COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AVRIL 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Les solutions périodiques et le principe de moindre action*. Note de M. **H. Poincaré**.

« Je considère un point mobile dans un plan, les équations du mouvement s'écriront

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dU}{dx}, \qquad \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{dU}{dy}, \tag{1}$$

et celle des forces vives s'écrira

$$\frac{1}{2}\left(\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2}\right) = U + h, \tag{2}$$

U étant la fonction des forces. Je me propose d'étudier à un point de vue nouveau les solutions périodiques de ces équations. La trajectoire qui correspond à une solution périodique sera une courbe fermée (T).

» A chaque solution périodique correspondront deux *exposants caractéristiques*, égaux et de signe contraire. Si ces deux exposants sont imaginaires, la solution périodique sera stable; s'ils sont réels, elle sera instable. Mais la considération du principe de moindre action va nous conduire à pousser plus loin cette classification et à distinguer deux sortes de solutions instables.

» On sait, par le principe de Maupertuis, que l'intégrale

$$J = \int \sqrt{U + h}\, ds,$$

appelée *action*, est plus petite pour une trajectoire satisfaisant aux équations (1) que pour une courbe infiniment voisine ayant mêmes extrémités. Cela est vrai si ces deux extrémités sont très voisines l'une de l'autre; mais, en général, tout ce que nous savons c'est que la variation première δJ de l'intégrale J est nulle.

» C'est là une condition nécessaire, mais non suffisante pour qu'il y ait minimum.

» Si l'on veut pousser plus loin la discussion, il faut avoir recours à la notion des foyers cinétiques dont je vais rappeler la définition. Soit M un point situé sur une trajectoire T; par ce point je mène une autre trajectoire infiniment voisine de T; si cette trajectoire vient recouper T en un point M', ce point M' sera le foyer de M.

» L'étude des foyers cinétiques, dans le cas des solutions périodiques, m'a conduit aux résultats suivants :

» Supposons d'abord la solution périodique stable; soient s l'arc de la trajectoire fermée (T) correspondante, compté à partir d'une origine quelconque, et S la longueur totale de cette trajectoire. Il existera une fonction $f(s)$ constamment croissante, augmentant de 2π quand s augmente de S, de telle sorte que

$$f(s + S) = f(s) + 2\pi.$$

» La relation entre la valeur s de l'arc correspondant à un point M de (T) et la valeur s' correspondant à son foyer M' sera

$$f(s') = f(s) + \text{const.}$$

» Si la solution périodique est instable, deux cas sont à distinguer : La solution sera de la première sorte, si aucun point de la trajectoire n'a de foyer. Alors les trajectoires correspondant aux solutions asymptotiques seront des courbes spirales s'enroulant autour de (T) et s'en rapprochant asymptotiquement.

» Les spires de ces courbes spirales ne coupent pas (T) et ne se coupent pas entre elles, au moins si l'on se borne à la partie de la courbe qui ne s'écarte pas trop de (T).

» Mais un autre cas peut se présenter et nous dirons alors que la solution périodique instable est de la seconde sorte. La courbe fermée (T) sera divisée en un nombre pair d'arcs; soient $2p$ ce nombre et A_0, A_1, ..., A_{2p-1} les points de division. Pour plus de symétrie dans les notations, je désignerai indifféremment le point A_q par les notations A_q, A_{q+2p}, A_{q+4p}, ...

» 1° Le point A_{q+1} sera le foyer de A_q.

» 2° Si un point M est sur l'arc $A_q A_{q+1}$, son foyer sera sur l'arc $A_{q+1} A_{q+2}$.

» 3° Soient M_1 le foyer de M, M_2 le second foyer de M, c'est-à-dire le foyer de M_1, M_q le $q^{\text{ième}}$ foyer de M. Si le point M est sur l'arc $A_0 A_1$, il en sera de même des points M_{2p}, M_{4p}, ..., M_{2kp}, ... et ces points se rapprocheront indéfiniment et constamment de l'un des points A_0 ou A_1.

» 4° Il existera sur l'arc $A_0 A_1$ un point B_0 qui coïncidera avec son $2p^{\text{ième}}$ foyer et, quand k tendra vers $-\infty$, le point M_{-2kp} se rapprochera indéfiniment de B_0.

» Les solutions asymptotiques sont représentées alors par des courbes qui ne présentent plus la même forme que dans le cas précédent : elles coupent une infinité de fois la courbe (T), et les points d'intersection admettent comme points limites le point A_0 et ses foyers ou le point B_0 et ses foyers.

» Cela posé, il y a deux faits sur lesquels je veux appeler l'attention :

» 1° La condition nécessaire et suffisante pour qu'une solution périodique représentée par une courbe fermée (T) corresponde à une action moindre que toutes les courbes fermées infiniment voisines, c'est que cette solution soit une solution instable de la première sorte.

» 2° Supposons que l'on fasse varier d'une façon continue la fonction U et les conditions initiales du mouvement et que l'on envisage une solution périodique variant aussi d'une manière continue. On ne pourra jamais passer directement d'une solution instable de la première sorte à une solution instable de la deuxième sorte; on pourra passer seulement d'une

solution instable de l'une des deux sortes à une solution stable ou inversement.

» Ce que je viens de dire s'appliquerait sans changement au cas du mouvement relatif.

» Supposons que le point mobile soit rapporté à des axes mobiles, animés d'un mouvement de rotation uniforme de vitesse angulaire ω.

» Les équations s'écriraient alors

$$\frac{d^2x}{dt^2} - 2\omega\frac{dy}{dt} = \frac{dU}{dx},$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2\omega\frac{dx}{dt} = \frac{dU}{dy},$$

en comprenant dans la fonction des forces U le terme provenant de la force centrifuge ordinaire.

» L'équation des forces vives serait encore

$$\frac{1}{2}\left(\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2}\right) = U + h$$

et l'expression de l'action deviendrait

$$J = \int\left[ds\sqrt{U+h} + \omega(x\,dy - y\,dx)\right]. \text{ »}$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du carbure de fer par union directe du métal et du carbone.* Note de M. **Henri Moissan.**

« L'étude du carbure de fer a fixé depuis longtemps l'attention des chimistes. Il me suffira de rappeler les nombreuses recherches publiées sur ce sujet et, en particulier, les travaux de Sir F. Abel, de Deering, de Muller, Osmond et Wœrth (1885); Arnolds et Read (1894); le Mémoire de Mylius, Fœrster et Schwenz (1896), qui est un modèle de patientes recherches et d'habileté expérimentale; celui de Campbell (1896), qui a plus particulièrement étudié la décomposition du carbure de fer par l'acide chlorhydrique étendu et la production des carbures gazeux et liquides; et les travaux de Jüptner (1896) sur le pouvoir de saturation du fer par le carbone. Je laisse de côté nombre de publications sur le même sujet.

» De l'ensemble de ces recherches il résulte nettement que l'acier fondu ou recuit renferme un carbure cristallisé, répondant à la formule Fe^3C, que l'on prépare avec la plus grande facilité.

» *Loups des hauts fourneaux*. — Avant d'aller plus loin, nous avons tenu à étudier quelques loups de hauts fourneaux dans lesquels différents auteurs ont mentionné la formation de carbures de fer définis en leur attribuant des formules très variables.

» 1° Nous avons étudié tout d'abord un loup provenant d'un haut fourneau de Denain, que nous devons à l'obligeance de M. Maurice Meteyer, ingénieur de la Société de Denain et Anzin. Cette masse de fonte cristallisée avait été recueillie au fond du haut fourneau n° 2.

» Cet échantillon se présentait en fragments de plusieurs centimètres qui, à première vue, paraissaient cristallisés; mais, en y regardant de plus près, on voit que les angles dièdres n'ont aucune régularité sur la même arête et que les faces sont plus ou moins courbes. L'analyse d'un échantillon nous a donné les chiffres suivants : fer, 87,99; carbone total (carbone combiné et graphite), 8,75; silicium, 2,17. En répétant cette analyse sur différentes parties du même fragment, on voit que la teneur en carbone varie considérablement. Ces pseudo-cristaux ont été formés tout simplement par la poussée de la fonte liquide entre de larges lamelles de graphite; ils ne répondent à aucune formule déterminée.

» Le résidu insoluble, après destruction de graphite, ne renfermait pas de diamant.

» 2° Nous devons le deuxième loup, qui fait le sujet de cette étude, à l'obligeance de M. Fromholt. Il vient de la maison Metz et Cie, d'Esch-sur-l'Alzette (grand-duché de Luxembourg). Il a été fourni par le creuset du haut fourneau n° 3.

» *Échantillon A*. — Cet échantillon, formé de fragments compacts, non homogènes, provenait d'une portion cristalline du loup ne contenant que très peu de fonte. Après attaque par l'acide chlorhydrique, la matière est complètement désagrégée; il reste un résidu abondant, en partie transparent et riche en graphite. On fait des attaques alternées à l'acide fluorhydrique et à l'acide sulfurique, puis on détruit le graphite par le chlorate de potassium et l'acide nitrique. Le peu de matière qui reste après ce traitement est attaqué par le bisulfate en fusion, puis par le fluorhydrate de fluorure de potassium fondu, et, enfin, par l'acide sulfurique bouillant. Après tous ces traitements, il ne reste rien sur le champ du microscope. Le résidu ne contenait donc pas de diamant.

» *Échantillon B*. — Échantillon de 58^gr. Substance non homogène, renfermant des cristaux pourpres d'azoture de titane, des cristaux octaédriques d'acide titanique et d'autres cristaux jaunes et noirs, au milieu de masses fondues dont peu de parties sont métalliques.

» La composition du métal ne répond à aucune formule déterminée. Après avoir fait subir à la masse le traitement indiqué plus haut, nous n'avons rien trouvé à l'examen microscopique.

» *Échantillon C.* — Ce fragment de 42^{gr} ne nous a pas fourni trace de diamant.

» Ces échantillons étaient particulièrement intéressants puisque c'est dans ce loup d'Esch-sur-l'Alzette que M. Rossel avait indiqué l'existence du diamant transparent. Nos échantillons n'en renfermaient pas.

» *Carbure de fer.* — L'étude des différents carbures métalliques, que j'ai poursuivie depuis plusieurs années, m'a amené à rechercher quelle pouvait être l'action du carbone sur le fer pur, à des températures de plus en plus élevées.

» Lorsque l'on fond du fer de Suède ou du fer pur ([1]), en présence de charbon de sucre, au four électrique, on voit que la liquidité devient de moins en moins grande lorsque la température s'élève. A une température voisine de celle de la fusion du titane, le contenu du creuset de charbon est devenu tellement visqueux que l'on peut retourner le creuset sans que rien ne s'écoule à l'extérieur. Il est vrai que quelques instants plus tard, dès que la température s'abaisse, le métal reprend toute sa fluidité et coule comme de l'eau. Aussitôt que la masse est refroidie, on obtient un culot de fonte abondamment recouvert de graphite et présentant tous les caractères de la fonte grise.

» Lorsque l'on étudie le métal refroidi, surtout s'il s'agit de fer bien pur, on reconnaît qu'il ne contient que très peu de carbone combiné, environ 1 pour 100. La masse métallique renferme de nombreux cristaux de graphite.

» Le nickel, qui dissout aussi une grande quantité de carbone à haute température, présente la même réaction. Ce métal, refroidi lentement à l'air, ne contient que des traces de carbone combiné ([2]).

» Les analyses des loups de haut fourneau, ainsi que les expériences précédentes, montraient donc que, par le refroidissement ordinaire d'une masse de fonte, on obtenait plus ou moins de graphite et peu de carbone combiné. En traitant cette fonte par les acides étendus, une forte proportion de carbone s'échappe à l'état de carbure gazeux et l'autre partie reste sous des formes plus ou moins complexes, mal étudiées jusqu'ici.

([1]) Ce fer était préparé par réduction de l'oxyde dans un courant d'hydrogène.

([2]) Deux échantillons de nickel nous ont donné à l'analyse 0,21 et 0,23 de carbone combiné. Ce métal reste malléable.

» Lorsque nous avons préparé le diamant transparent ou cristallisé par refroidissement brusque de la fonte dans l'eau, nous avons remarqué qu'il se présentait souvent, dans la portion centrale du métal, des parties rayonnées rappelant l'aspect du borure ou du siliciure de fer, composés parfaitement définis et cristallisés. Nous avons pensé alors que ce carbure de fer pourrait peut-être exister à très haute température, et se détruire en presque totalité, en redescendant au point de solidification de la fonte. On connaît en Chimie de semblables exemples de décomposition. C'est ainsi que Henri Sainte-Claire Deville et Debray avaient constaté que, en refroidissant brusquement la vapeur émise par l'argent en ébullition, au contact de l'air, l'argent métallique que l'on recueille renferme de l'oxyde d'argent. Cet oxyde d'argent s'est donc formé à une température bien supérieure à celle de sa décomposition.

» De même, nos Confrères MM. Troost et Hautefeuille ont démontré que l'ozone, qui se détruit si facilement par la moindre élévation de température, peut se produire entre 1300° et 1400°. Nous estimons que la préparation directe du carbure de fer vient ajouter un nouvel exemple à ces phénomènes curieux. En effet, si nous refroidissons brusquement de la fonte saturée de carbone, nous allons obtenir un culot métallique riche en carbure de fer. La teneur en carbone combiné va s'élever jusqu'à 5,25 pour 100.

» *Préparation du carbure de fer.* — Dans le but d'obtenir un carbure très pur, on doit éviter la saturation complète de la fonte et empêcher la formation du graphite. Pour cela, on chauffe au four électrique 500^{gr} de fer de Suède dans un creuset de charbon qui fournira le carbone nécessaire. La chauffe dure trois minutes avec un courant de 900 ampères et 600 volts. On ouvre ensuite le four, le creuset est saisi avec des pinces et trempé dans un vase rempli d'eau froide; l'expérience est sans danger. C'est, en résumé, la répétition de l'expérience qui nous a servi à obtenir le diamant. Seulement, dans cette préparation, que le culot soit bien ou mal réussi, qu'il y ait pression ou non, le carbure se produit toujours.

» La fonte que l'on obtient ainsi est très dure, cassante, souvent d'un aspect cristallin remarquable. Elle ne renferme pas trace de graphite et contient de 3 à 4 pour 100 de carbone combiné ([1]).

» Pour séparer les cristaux de carbure de fer, apparents dans le métal,

---

([1]) Cette fonte nous a donné les chiffres suivants, carbone combiné : 3,31; 3,49; 3,68; 3,92.

nous avons suivi les méthodes indiquées déjà par MM. Mylius, Fœrster et Schwenz dans leur étude du carbure de l'acier, en les modifiant cependant pour obtenir un produit d'une grande pureté.

» 1° Deux culots de fonte sont disposés dans un cristallisoir rempli d'une solution d'acide chlorhydrique à 7 pour 100 et ils sont reliés au pôle positif de deux éléments de pile Bunsen à raison d'un élément par culot. Les deux pôles négatifs sont en contact avec une lame verticale de charbon qui se trouve au milieu du cristallisoir.

» Après vingt-quatre heures, on retire les culots et l'on enlève toute la partie friable, qui est formée d'un mélange complexe renfermant du carbure et du carbone amorphe.

» 2° Les fragments de fonte placés dans un tube de verre effilé sont maintenus pendant trois semaines au milieu d'une solution d'acide très étendu [1] en évitant tout accès de l'air.

» 3° Quand on ne prépare que peu de carbure à la fois, on peut employer des acides plus concentrés et opérer à chaud. D'une façon générale, le fer étant nettement plus attaquable que le carbure, ce dernier reste comme résidu dans l'action ménagée des acides minéraux ou organiques, de l'eau iodée, de l'acide chromique, etc.

» L'acide azotique normal [2], agissant sur la fonte finement pulvérisée, fournit du carbure mélangé d'une très petite quantité de carbone léger. L'acide nitrique à demi normal donne en quelques heures du carbure presque pur.

» *Purification.* — Quelle que soit la méthode employée, le carbure obtenu est souillé d'une quantité variable de carbone libre et de carbures d'hydrogène liquides ou solides peu solubles dans l'éther. On peut obtenir un composé pur et répondant exactement à la formule Fe^3C en traitant le carbure impur par l'acide nitrique fumant, aussi exempt d'eau que possible. Le carbure de fer n'est pas attaqué à froid et la décomposition ne se produit qu'au point d'ébullition de l'acide.

» En laissant séjourner le carbure deux heures dans l'acide nitrique fumant à la température de 35°, le carbone libre et les carbures d'hydrogène passent à l'état de composés solubles. Le mélange est alors versé dans

---

[1] Acide sulfurique normal à 98 pour 1000, acide chlorhydrique à 7 pour 100, et acide acétique à 60 pour 1000.

[2] L'acide normal renferme 1 molécule par litre, soit 60^{gr} pour un litre de la solution.

un grand excès d'eau; on décante ce dernier liquide, on lave à l'alcool, puis à l'éther, et enfin l'on sèche dans l'acide carbonique à la température de 100°, en ayant bien soin de ne retirer le carbure de ce dernier gaz que lorsqu'il est complètement refroidi.

» On peut accélérer la purification du carbure de fer par l'acide nitrique en additionnant ce dernier d'une petite quantité de chlorate de potassium. On peut aussi substituer à ce mélange une solution aqueuse d'acide chromique à 10 pour 100. Dans ce dernier cas, on maintient l'ébullition jusqu'à ce que les cristaux soient devenus bien brillants.

» *Propriétés*. — Ce carbure, qui répond à la formule Fe^3C, comme nous le verrons plus loin, a l'aspect du produit retiré de l'acier, mais il se présente en cristaux plus volumineux. Il est d'un blanc brillant, renferme des cristaux brisés et d'autres de formes plus régulières. Sa densité est de 7,07 à 16°.

» Il ne s'attaque pas à froid, en présence de l'oxygène sec, mais à l'air humide, renfermant de l'acide carbonique; sa décomposition est assez rapide. Chauffé dans l'oxygène, il brûle plus ou moins facilement suivant son état de division. Quand il est en poudre très fine, il peut prendre feu dans l'air même au-dessous de 150°.

» Il devient incandescent dans la vapeur de soufre vers 500°. Le carbure de fer brûle dans le chlore avec incandescence à une température inférieure à 100°. Cette incandescence se produit aux environs de 100° dans la vapeur de brome, et la vapeur d'iode ne l'attaque qu'au rouge, sans incandescence.

» L'acide chlorhydrique gazeux l'attaque vers 600° en produisant du chlorure ferreux et de l'hydrogène contenant une petite quantité d'hydrocarbures.

» L'acide azotique fumant n'attaque pas le carbure, même très divisé, à froid, et cette attaque ne se produit pas davantage au contact d'un fil de platine. Mais une petite addition d'eau suffit pour produire la décomposition.

» Les acides étendus attaquent tous plus rapidement le fer que le carbure. Avec les acides bouillants, l'attaque devient rapidement complète.

» L'acide chlorhydrique étendu, chauffé en tube scellé avec le carbure de fer, donne naissance à un dégagement d'hydrogène et de méthane : H, $86^{cc},3$; CH^4, $13^{cc}.7$. Dans les mêmes conditions l'acide concentré fournit : H, $73^{cc},5$; CH^4, $26^{cc},5$.

» L'eau pure n'attaque pas le carbure de fer à une température com-

prise entre 0° et 150°; il en est de même des solutions saturées de chlorure de sodium et de chlorure de magnésium.

» L'ensemble de ses propriétés le rapproche bien d'ailleurs du carbure de fer retiré de l'acier.

ANALYSE.

Carbure obtenu par électrolyse.

	1.	2.	3.	Théorie.
Fer..........	93,40	93,22	93,14	93,33
Carbone......	6,47	6,67	6,67	6,66

Carbure préparé par l'eau iodée.

	1.	2.		
Fer..........	93,10	93,25	»	»
Carbone......	6,66	»	»	»

Carbure préparé par les acides étendus.

	1.	2.		
Fer..........	93,17	93,46	»	»
Carbone......	6,58	6,61	»	»

» *Conclusions.* — Lorsque l'on chauffe du fer pur et du charbon de sucre à la haute température du four électrique, puis qu'on laisse refroidir lentement le culot, on ne trouve, dans le métal, qu'une très petite quantité de carbone combiné. On obtient ainsi une fonte grise solidifiable vers 1150°. Si le métal, à une température de 1300° à 1400°, est coulé dans une lingotière, il renferme, après refroidissement, du graphite et une quantité plus grande de carbone combiné : c'est la fonte blanche. Enfin, si l'on refroidit brusquement, dans l'eau, le fer saturé de carbone à 3000°, il se produit, dans le métal, une abondante cristallisation, et l'on peut en séparer un carbure pur, cristallisé et défini, de formule CFe^3. Ce carbure est identique à celui de l'acier.

» Tous ces faits peuvent s'expliquer simplement, en admettant que le carbure de fer, comme l'ozone et l'oxyde d'argent, peut se former à une température très élevée, puis se décomposer progressivement par une diminution de température. On en retrouve une notable quantité dans l'acier dont le point de fusion est élevé, un peu moins dans la fonte blanche et très peu dans la fonte grise. Dans toutes nos expériences nous n'avons envisagé que la formation du carbure dans le métal liquide. »

BOTANIQUE. — *Sur les Inséminées à ovules sans nucelle, formant la subdivision des Innucellées ou Santalinées*; par M. Ph. van Tieghem.

« Les Inséminées à ovules sans nucelle connues jusqu'à présent sont toutes stigmatées, dicotylées et climacorhizes. Par là, elles ressemblent aux Inovulées et forment, à côté d'elles, un ensemble assez uniforme. L'homogénéité de cet ensemble se montre plus grande encore si l'on remarque que le pistil de ces plantes produit toujours un placente central libre, tout au moins à son extrémité, où il porte des ovules pendants, tournant leur face dorsale en haut et en dehors, leur face ventrale en bas et en dedans, et si l'on considère que le fruit, où ne se développe qu'un seul ovule, y est presque toujours une drupe à exocarpe plus ou moins charnu, renfermant un albumen presque toujours oléagineux.

» Cependant, l'organisation florale subit dans ce groupe des modifications assez importantes et assez nombreuses pour qu'il soit nécessaire d'y distinguer d'abord deux subdivisions, puis, dans chacune de ces deux subdivisions, plusieurs familles [1].

» Tantôt, en effet, la fleur a un périanthe double, un calice et une corolle; tantôt son périanthe est simple, c'est un calice seulement. De là une première subdivision en *Pétalées* et *Apétalées*.

» Chez les Pétalées, la corolle est tantôt gamopétale, tantôt dialypétale. Dans le premier cas, c'est la famille des *Harmandiacées*. Dans le second, si les étamines sont en même nombre que les pétales, superposées aux pétales, concrescentes en tube autour du pistil, et munies chacune de deux sacs polliniques, c'est la famille des *Aptandracées*. Si les étamines sont en nombre plus grand que les pétales, libres et pourvues de quatre sacs polliniques, c'est la famille des *Olacacées*.

» Ensemble, ces trois familles d'Innucellées pétalées peuvent être réunies en un groupe supérieur, cohorte ou alliance, sous le nom de *Olacales*.

» Chez les Apétalées, le pistil est tantôt concrescent avec le calice dans toute la longueur de l'ovaire, qui est infère, tantôt indépendant du calice, à ovaire supère. Lorsque l'ovaire est infère, il est parfois uniloculaire dans toute sa longueur : c'est la famille des *Santalacées*. Le plus souvent, il est

---

[1] Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLIII, p. 543; 1896.

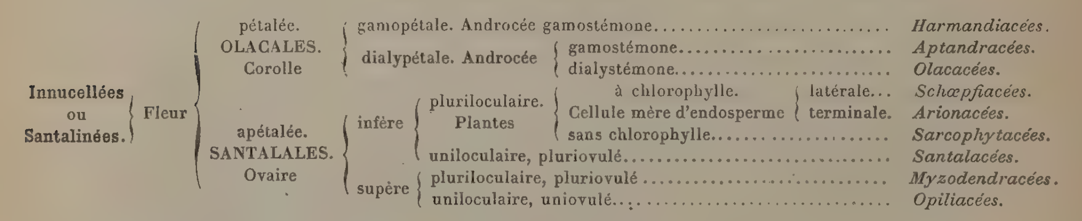
pluriloculaire dans sa région inférieure. Si alors la plante est pourvue de chlorophylle, avec ovule produisant la cellule mère d'endosperme latéralement, c'est la famille des *Schœpfiacées;* avec ovule produisant la cellule mère d'endosperme au sommet, c'est la famille des *Arionacées*. Si la plante est dépourvue de chlorophylle, c'est la famille des *Sarcophytacées*.

» Lorsque l'ovaire est supère, tantôt il est pluriloculaire dans sa région inférieure, c'est la famille des *Myzodendracées*. Tantôt il est uniloculaire dans toute sa longueur, c'est la famille des *Opiliacées*.

» Ensemble, ces six familles d'Innucellées apétalées seront réunies dans un groupe d'ordre supérieur, cohorte ou alliance, sous le nom de *Santalales*.

» Enfin, le groupe tout entier des Innucellées pourra être désigné, d'après sa famille la plus importante et la plus anciennement connue, les Santalacées, sous le nom de *Santalinées*.

» Le Tableau suivant résume cette division progressive des Inséminées innucellées, ou Santalinées d'abord en deux alliances, puis en neuf familles :



» La structure de l'ovule, simple lobe foliaire dépourvu à la fois de nucelle et de tégument, traversé dans toute sa longueur par un faisceau libéroligneux, qui est le caractère propre du groupe ainsi constitué, a été indiquée par moi dès 1869 pour les Thèses (*Thesium*), de la famille des Santalacées. Elle n'en est pas moins restée méconnue jusqu'à présent, tous les auteurs qui ont étudié les ovules de ces plantes, notamment ceux des Santalacées, ayant persisté à n'y voir qu'un nucelle sans tégument.

» Les Santalinées renferment un bon nombre de parasites, les unes vertes et vivant soit directement sur la tige des arbres, comme les Myzodendracées, comme les Henslowies (*Henslowia*), parmi les Santalacées, soit en enfonçant leurs racines dans celles des plantes voisines, comme les Thèses (*Thesium*), etc., parmi les Santalacées, les autres dépourvues de chlorophylle et croissant directement sur les racines des arbres, comme

les Sarcophytacées. Mais comme il en est un plus grand nombre encore qui ne sont pas du tout parasites, l'idée ne saurait venir ici, comme elle est venue pour les Loranthinées, d'attribuer au parasitisme de quelques-unes la simplicité de structure de l'ovule commune à toutes. Ce caractère appartient donc ici, sans conteste, à toutes ces plantes en tant que membres d'un même groupe naturel, indépendamment de leur mode de nutrition. C'est pourquoi on y a attaché une importance de premier ordre dans la classification des Inséminées.

» Reprenons maintenant, une à une, les neuf familles définies plus haut en suivant la marche descendante, commençant par les Olacales les plus compliquées et finissant par les Santalades les plus simples, pour en faire connaître très sommairement les caractères et la composition.

» I. Olacales. — L'alliance des Olacales comprend toutes les Santalinées à périanthe double, formé d'un calice et d'une corolle. Le calice y est toujours gamosépale et s'accroît toujours autour du fruit, de manière à l'envelopper plus ou moins complètement à la maturité.

» 1. *Harmandiacées*. — La famille des Harmandiacées ne comprend jusqu'ici qu'un seul genre. Les fleurs y sont tétramères et unisexuées avec monœcie. La corolle est gamopétale, séparée de l'androcée par un disque tubuleux. L'androcée a ses quatre étamines épipétales concrescentes autour du pistil et munies chacune de deux sacs polliniques. Le pistil a trois carpelles avec un placente central libre ne portant d'ordinaire qu'un seul ovule, et, dans le fruit, l'albumen est à la fois oléagineux et amylacé.

» 2. *Aptandracées*. — La famille des Aptandracées renferme actuellement deux genres. La fleur, qui est hermaphrodite et tétramère, a une corolle dialypétale, séparée de l'androcée par quatre grandes écailles alternipétales, formant ensemble un disque. L'androcée a ses étamines concrescentes en tube et à deux sacs polliniques, comme chez les Harmandiacées. Le pistil a deux carpelles épisépales, avec un ovaire biloculaire dans la partie inférieure, uniloculaire dans la partie supérieure, où un placente central libre porte deux gros ovules pendants, à cellule mère d'endosperme terminale, qui descendent dans les loges correspondantes en les remplissant complètement. L'albumen est exclusivement oléagineux.

» 3. *Olacacées*. — Telle qu'on la limite ici, la famille des Olacacées ne comprend que trois genres. La fleur y est ordinairement hexamère, avec une corolle dialypétale et six étamines alternipétales, dont trois demeurent simples et sont fertiles, tandis que les trois autres se dédoublent et sont stériles. Le pistil, formé de trois carpelles, est triloculaire dans presque toute sa longueur, uniloculaire seulement au sommet, où un placente central libre porte trois ovules qui descendent dans les loges sous-jacentes, et qui produisent chacun une cellule mère d'endosperme latéralement, sur leur flanc interne. L'extrémité périphérique de l'endosperme, son sommet, digère l'épiderme, sort de l'ovule et remonte entre lui et le placente, en contournant obliquement l'ovule, de manière à parvenir en définitive sur la face supérieure du placente, dans la région

uniloculaire où il est libre sous le style, et à s'offrir ainsi au tube pollinique. Son extrémité profonde, sa base, s'enfonce vers le bas dans l'intérieur de l'ovule.

» Ensemble, les trois familles qui composent l'alliance des Olacales ne comprennent donc que six genres.

» II. Santalales. — L'alliance des Santalales renferme toutes les Santalinées dont la fleur a un périanthe simple, un calice seulement.

» 1. *Schœpfiacées.* — La famille des Schœpfiacées contient actuellement trois genres. Le calice y est gamosépale et chaque sépale porte vers le milieu de sa face interne une touffe de poils d'origine épidermique. L'androcée a autant d'étamines que de sépales, épisépales, à filets concrescents avec le calice dans presque toute leur longueur, à anthères dorsifixes, mais non oscillantes. Le pistil est concrescent avec les deux verticilles externes dans presque toute la longueur de l'ovaire, qui est presque complètement infère; un disque annulaire eutoure la base du style. Uniloculaire dans sa région supérieure, où un placente central libre porte autant d'ovules pendants qu'il y a de carpelles, superposés aux carpelles, l'ovaire est pluriloculaire dans la majeure partie de sa longueur et chaque ovule y descend dans une des loges, qu'il remplit presque entièrement. La cellule mère d'endosperme se forme latéralement, sur la face interne de l'ovule; son extrémité périphérique sort de l'ovule et remonte, de manière à gagner la surface supérieure libre du placente, au devant du tube pollinique; son extrémité profonde s'allonge en sens opposé et descend à l'intérieur de l'ovule, au moins jusqu'à son sommet.

» 2. *Arionacées.* — La famille des Arionacées ne comprend jusqu'ici que deux genres. Le calice y est gamosépale, comme chez les Schœpfiacées, et quand le sépale porte un bouquet de poils, ils sont aussi d'origine épidermique. L'androcée et le pistil sont conformés de la même manière; l'ovaire est infère et le style a aussi, autour de sa base, un disque annulaire. La principale différence est que, chez ces plantes, la cellule mère d'endosperme prend naissance, non pas sur le flanc de l'ovule, mais à son sommet.

» 3. *Sarcophytacées.* — Composée de plantes qui sont toutes dépourvues de chlorophylle, parasites sur les racines des arbres et qui ont toutes les fleurs unisexuées, la famille des Sarcophytacées comprend pour le moment sept genres, qui se groupent en trois tribus : les *Mystropétalées,* avec trois genres, où la fleur femelle a un calice concrescent avec le pistil dans toute la longueur de l'ovaire, qui est infère; les *Sarcophytées,* avec un seul genre, où la fleur femelle est dépourvue de périanthe et où le pistil a trois styles concrescents, et les *Lophophytées,* avec trois genres, où la fleur femelle, également dépourvue de périanthe, a un pistil muni de deux styles libres.

» Uniloculaire seulement dans sa région supérieure, où un placente central libre porte à son sommet autant d'ovules pendants qu'il y a de carpelles, superposés à ces carpelles, trois chez les Mystropétalées et Sarcophytées, deux seulement chez les Lophophytées, l'ovaire est pluriloculaire dans presque toute sa longueur; dans chaque loge descend un ovule, qui la remplit complètement et qui forme sa cellule mère d'endosperme à son extrémité. Le fruit est un achaine et non une drupe.

» 4. *Santalacées.* — Avec les limites qu'on lui donne ici, la famille des Santalacées comprend encore vingt et un genres, que l'on peut grouper en quatre tribus, d'après

la forme de l'ovule et du placente : les *Santalées*, avec huit genres, où le placente est droit et l'ovule droit; les *Thésiées*, avec cinq genres, où le placente est tortillé et l'ovule droit; les *Osyridées*, avec quatre genres, où le placente est droit et l'ovule recourbé; et les *Comandrées*, avec quatre genres, où le placente est tortillé et l'ovule recourbé.

» Le calice est gamosépale et son tube, plus ou moins long, est tapissé d'un disque, ordinairement prolongé entre les sépales en autant de lobes plus ou moins saillants. Vers le milieu de sa face interne, chaque sépale porte un bouquet de poils, qui sont d'origique exodermique ([1]) et non pas épidermique, comme ceux qui occupent la même place chez les Schœpfiacées et les Arionacées. L'androcée a autant d'étamines que de sépales, superposées aux sépales et concrescentes avec eux dans une plus ou moins grande longueur. Le pistil est concrescent avec les deux verticilles externes dans la plus grande partie ou la totalité de la longueur de l'ovaire, qui est plus ou moins complètement infère. Uniloculaire dans toute sa longueur, l'ovaire a un placente central libre, portant au-dessous du sommet autant d'ovules pendants qu'il y a de carpelles, superposés à ces carpelles, ordinairement trois. La cellule mère d'endosperme naît au sommet de l'ovule, et son extrémité périphérique en sort pour se prolonger plus ou moins loin au dehors, suivant les genres, tandis que son extrémité profonde remonte à l'intérieur même de l'ovule, pénètre dans le placente et y redescend ensuite jusque vers la base.

» 5. *Myzodendracées.* — Composée de plantes vertes parasites sur la tige des arbres, à fleurs unisexuées avec diœcie, la famille des Myzodendracées comprend actuellement quatre genres.

» La fleur mâle y est dépourvue de calice et possède, suivant les genres, deux ou trois étamines à anthères toujours munies de deux sacs polliniques seulement. La fleur femelle a un calice formé de trois sépales libres, filiformes, poilus et accrescents. Le pistil, indépendant du calice et dont l'ovaire est, par conséquent, supère, est formé de trois carpelles, alternes avec les sépales, et porte un disque annulaire autour de la base du style. Dans sa région supérieure, l'ovaire est uniloculaire, avec un placente central libre se prolongeant en pointe jusque dans le style et portant au-dessous de son extrémité trois ovules pendants, superposés aux carpelles. Dans tout le reste de sa longueur, il est creusé de trois loges, dans chacune desquelles descend l'ovule correspondant. La cellule mère de l'endosperme prend naissance latéralement, sur le flanc interne de l'ovule, comme dans les Schœpfiacées et les Olacacées. Dans le fruit mûr, l'albumen et l'embryon sont tous deux amylacés, et non oléagineux, comme dans les familles précédentes.

» 6. *Opiliacées.* — La famille des Opiliacées comprend actuellement sept genres, qui se groupent en deux tribus : les *Opiliées*, avec six genres, ont les fleurs hermaphrodites; les *Agonandrées*, avec un seul genre, les ont unisexuées avec diœcie.

» La tige et la feuille de toutes ces plantes possèdent dans l'écorce des cystolithes antipodes ou en rosette, qui permettent de reconnaître immédiatement la famille à la seule inspection d'un très petit fragment de l'un ou de l'autre de ces membres. Le

---

([1]) Voir *Journal de Botanique*, p. 41; 1897.

calice est indépendant de l'ovaire, qui est supère. L'androcée est isostémone à étamines libres et épisépales. L'ovaire est uniloculaire dans toute sa longueur, comme chez les Santalacées, avec un placente central grêle portant au sommet un seul ovule pendant superposé à l'un des carpelles, qui est seul fertile. La cellule mère de l'endosperme s'y forme au sommet et s'allonge vers le haut par son extrémité profonde à l'intérieur de l'ovule.

» Ensemble, les six familles qui composent l'alliance des Santalales comprennent donc quarante-quatre genres, groupés en douze tribus.

» En résumé, le groupe tout entier des Innucellées ou Santalinées, ainsi constitué avec ses deux alliances et ses neuf familles, comprend actuellement cinquante genres, dont cinq nouveaux, répartis entre quinze tribus. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section d'Astronomie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Tisserand*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 61,

M. Radau	obtient.	28	suffrages,
M. Bigourdan	»	18	»
M. Perrotin	»	8	»
M. Deslandres	»	7	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. Radau	obtient.	37	suffrages,
M. Bigourdan	»	20	»
M. Perrotin	»	2	»

Il y a un bulletin blanc.

M. Radau, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1897.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Godard. — MM. Guyon, Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval.

Prix Parkin. — MM. Bouchard, Potain, d'Arsonval, Guyon, Duclaux.

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Chatin, Guyon, Potain, Lannelongue.

Prix Lallemand. — MM. Bouchard, Marey, Ranvier, Potin, Milne-Edwards.

Prix du baron Larrey. — MM. Guyon, Lannelongue, Bouchard, Potain, Marey.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Guyon, Lannelongue.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Brouardel, Lannelongue.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Marey, Bouchard, Chauveau, Duclaux, Potain.

Prix La Caze (Physiologie). — MM. Chauveau, Duclaux, Ranvier sont adjoints aux Membres de la Section de Médecine et Chirurgie.

Prix Martin-Damourette. — MM. Bouchard, Guyon, Marey, Potain, d'Arsonval.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les accidents que peuvent produire les calorifères de cave* (1). Note de M. N. **Gréhant**.

« Dans un grand nombre d'appartements de Paris et dans les édifices publics, le chauffage de l'air a lieu à l'aide de calorifères installés dans les caves; l'air circule dans des tuyaux chauffés par des foyers puissants et vient se déverser par des bouches de chaleur.

» Depuis deux ans, plusieurs accidents attribués par les médecins à l'oxyde de carbone m'ont été indiqués, soit par M. le Préfet de Police, à la

(1) Travail du Laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

suite de plaintes qui lui avaient été adressées, soit par des particuliers, et j'ai fait dix analyses complètes par mes procédés de l'air puisé au niveau des bouches de chaleur de calorifères. Neuf fois sur dix, mes résultats ont été négatifs ; je trouvais une absence complète d'oxyde de carbone et la composition normale de l'air pur.

» Mais dans un cas particulier, qui s'est présenté chez un médecin de mes amis, dans un immeuble important de la rive gauche, il n'en a pas été de même.

» Un premier accident survenu il y a deux ans chez ce médecin, pendant la nuit, et qui a failli coûter la vie à toute sa famille, composée de cinq personnes, était dû certainement à l'oxyde de carbone : des maux de tête, des vertiges, une faiblesse musculaire telle que, réveillé par les cris de sa fille, le docteur est tombé au pied du lit, tout cela démontrait l'absorption par le sang du poison gazeux ; j'ai fait prendre de l'air dans cet appartement, mais les fenêtres avaient été largement ouvertes et je n'ai pas pu déceler la moindre trace d'oxyde de carbone.

» Le 22 mars 1897, dans le même appartement, un nouvel accident m'a été signalé le matin, dans une chambre à coucher habitée par un enfant, qui s'est plaint de maux de tête : l'air confiné présentait une légère odeur de charbon ; j'ai fait prendre rapidement 200^{lit} d'air à l'aide d'un soufflet appliqué sur la bouche de chaleur et d'un grand sac de caoutchouc.

» L'air a été respiré par un chien, qui a fait circuler dans ses poumons 100^{lit} de gaz en une demi-heure ; 50^{cc} de sang artériel ont donné, dans mon grisoumètre, une réduction de 9,3 divisions ; or, 7,4 divisions correspondent à un centimètre cube d'oxyde de carbone et 9,3 divisions à $1^{cc},25$ ou à $2^{cc},5$ pour 100^{cc} de sang.

» J'ai trouvé que, dans une atmosphère à un millième, 100^{cc} de sang de chien absorbent en une demi-heure $5^{cc},5$ d'oxyde de carbone ; il en résulte que l'air analysé renfermait $\frac{1}{2200}$ d'oxyde de carbone, proportion qui est loin d'être négligeable et qui peut expliquer les accidents éprouvés à la suite d'un séjour de huit heures dans l'air confiné.

» L'analyse a montré en outre que cet air contenait $\frac{54}{10000}$ d'acide carbonique ou dix-huit fois plus que l'air pur ; la proportion d'oxygène au lieu d'être 20,8 était descendue à 20,15.

» Je suis donc parvenu avec de la persévérance à reconnaître que dans des conditions encore mal définies, l'air provenant d'un calorifère de cave peut contenir assez d'oxyde de carbone pour produire des accidents, mais il faut pour déceler ce gaz faire des prises d'air le plus tôt possible et je demande à être prévenu à l'avenir par dépêche télégraphique, lorsqu'un accident se produira.

» Le lendemain, dans le même appartement, j'ai fait une seconde prise de gaz au niveau d'une bouche de chaleur et je n'ai pas trouvé la moindre trace d'oxyde de carbone.

» On est porté tout naturellement à penser que les gaz de la combustion traversent, comme l'a démontré mon éminent maître et ami Henri Sainte-Claire Deville, les parois de la fonte lorsqu'elles ont été portées au rouge ; mais la démonstration de ce passage n'est pas facile, elle a exigé les expériences suivantes :

» J'ai fait installer dans la salle des machines de mon Laboratoire, dont la capacité est égale à 85^{mc} environ, un poêle de fonte dit de *corps de garde*, dont les parois ont été portées au rouge sombre uniforme et j'ai disposé à l'origine du tuyau, à 50^{cm} au-dessus de la surface rouge, un réfrigérant métallique à eau froide et un long tuyau qui conduisait les gaz au dehors; on fit respirer à un chien l'air qui s'élevait au-dessus du poêle; 100^{cc} de sang normal ont donné au grisoumètre une réduction égale à 5 divisions (gaz combustible du sang); l'animal ayant respiré pendant une demi-heure j'ai trouvé, dans les gaz extraits du sang, exactement la même réduction égale à 5; il n'y avait donc pas la moindre trace d'oxyde de carbone dans l'air analysé.

» J'ai recommencé l'expérience dans de meilleures conditions; j'ai adapté à l'extrémité du réfrigérant un cône de tôle semblable au pavillon d'un cor de chasse et je l'ai appliqué sur la fonte rouge; un chien a respiré de l'air qui était forcé de passer sur les parois rouges; tandis que 100^{cc} de sang normal ont donné au grisoumètre une réduction de 4 divisions, après une demi-heure de respiration, 100^{cc} de sang ont donné une réduction de 10 divisions; 6 divisions correspondaient à l'oxyde de carbone et représentaient dans l'air $\frac{1}{6875}$ d'oxyde de carbone.

» L'exactitude du fait important découvert par Henri Sainte-Claire Deville se trouve ainsi démontrée. »

M. **Gréhant** a fait disposer, dans la galerie qui précède la salle des séances de l'Académie des Sciences, un appareil qu'il appelle *myodynamomètre à sonnerie* qui permet de démontrer qu'un muscle gastrocnémien de grenouille, pesant 0^{gr},5, peut soulever un poids égal à 1^{kg}.

SPÉLÆOLOGIE. — *Les gravures sur roche de la grotte de La Mouthe (Dordogne)*. Note de M. E. **Rivière**.

« Depuis ma dernière Communication à l'Académie [1], j'ai repris, grâce à l'aide généreuse de M. Bischoffsheim, aide pour laquelle je tiens à lui renouveler ici tous mes remercîments, l'exploration de la grotte de La Mouthe.

---

[1] *Comptes rendus*, 6 octobre 1896.

» Tout d'abord, j'ai fait élargir de près de deux mètres la tranchée à l'entrée de cette grotte derrière le mur qui la ferme et, comme dans mes précédentes fouilles en ce point, j'ai trouvé deux époques géologiques bien tranchées :

» 1° A la partie supérieure, l'époque actuelle, caractérisée par une faune moderne, par des silex et des fragments de poteries néolithiques grossières ;

» 2° A la partie inférieure, l'époque quaternaire, séparée de la précédente par la stalagmite et représentée par une faune dans laquelle prédominent le *Tarandus rangifer*, l'*Hyæna spelæa* et l'*Ursus spelæus*. Les restes de ces animaux gisent, en ce point, dans une argile sableuse brune, parfois mêlée de cendres et de matières charbonneuses, avec de nombreux silex taillés, parmi lesquels de très beaux burins, quelques instruments en os, quelques os gravés de traits, etc.

» Mais j'ai fait surtout prolonger la tranchée et suis parvenu à 147^{m} de profondeur.

» Dans cette partie reculée de la grotte, dont les parois sont, en maints endroits, recouvertes d'une stalagmite d'épaisseur très variable, et où les stalactites forment ici de véritables piliers, là de graciles colonnettes, enfin où le passage est aussi des plus étroits et des plus difficiles, le sol est formé par une argile rouge, plus ou moins compacte, d'une puissance variable, mais toujours de plus d'un mètre, atteignant parfois presque la voûte de la grotte. Cette argile, enfin, d'une très grande pureté et d'une qualité parfaite au point de vue industriel, ainsi que certaines terres cuites fabriquées avec elle m'en ont donné la preuve, recouvrait en partie quelques-uns des dessins gravés sur les parois de la grotte, témoignant ainsi de leur antériorité à son arrivée dans les salles où je les ai trouvés. Elle renferme, avec çà et là des traces de matières charbonneuses, une faune moins nombreuse comme espèces animales, — mais toutes quaternaires, — moins nombreuse également, comme restes de chacune d'elles. Les silex taillés y sont aussi en petit nombre et les instruments en os y sont rares. Les animaux sont l'Ours et l'Hyène des cavernes, le Renne, le Cheval, le Bison, etc. ; mais de ces derniers surtout les ossements se rencontrent en très petite quantité.

» De l'Ours, je citerai surtout des dents, des mâchoires et quelques os, notamment une patte provenant d'un animal extrêmement jeune ; de l'Hyène une très belle mandibule avec toutes ses dents, et quelques coprolithes ; du Renne, enfin, des dents et quelques fragments de bois.

» Ceci dit, en un court résumé, sur les résultats de ces nouvelles fouilles, il me reste à parler des dessins gravés sur la roche, dont j'ai l'honneur de soumettre les photographies au jugement de l'Académie, photographies que je dois au concours dévoué de M. Charles Durand (de Périgueux), conducteur des Ponts et Chaussées, attaché à la Carte géologique de France, et que nous ne sommes parvenus à obtenir, après de nombreux essais d'éclairage, qu'avec une intensité de lumière égale à 150 bougies environ et un minimum de six heures de pose.

» Ces photographies, au nombre de cinq (les autres ne sont pas assez bien réussies encore pour les présenter aujourd'hui à l'Académie, mais nous comptons bien les recommencer, M. Durand et moi, dans une prochaine campagne), représentent, pour trois d'entre elles, des animaux, une quatrième une sorte de hutte, et la cinquième une vue de la grotte.

» La *première* paraît être celle d'un Bovidé dont l'image, gravée sur la paroi gauche de la grotte, se trouve à 95^m de l'entrée. L'animal présente une tête mal faite, peu distincte, allongée, à la crinière courte et hérissée d'arrière en avant, qui semble bien plus celle d'un Équidé que d'un Bovidé. Un garrot court, un poitrail très développé donnent à l'animal l'aspect trapu, d'autant plus que les membres antérieurs sont courts, tandis que le reste du corps est allongé. Enfin la queue mince, longue de $0^m,53$, dirigée obliquement de haut en bas se termine par une touffe de poils assez épaisse. Les dimensions totales de l'animal sont de $1^m,88$.

» La *seconde* photographie représente, d'une façon absolument indiscutable, un Bison (*Bos priscus*). L'animal est gravé de profil à 102^m de l'entrée de la grotte et sur la paroi gauche également. Les dimensions du dessin sont loin d'être celles de l'animal (1^m à peine de longueur sur cinquante et quelques centimètres seulement de hauteur).

» La tête est petite et, cette fois, assez bien dessinée, moins fruste en tous cas que sur les autres gravures; les cornes sont bien faites et se rejoignent presque par leurs pointes formant un cercle presque complet; elles n'ont pas l'implantation ordinaire des cornes du Bison. Sous la mâchoire inférieure on aperçoit de nombreux poils. Quant à la bosse qui caractérise surtout ce Bovidé, elle est énorme et hors de proportions avec les dimensions de l'animal; elle commence, pour ainsi dire, dès les premières vertèbres cervicales et atteint en arrière presque l'origine de la queue. Celle-ci, large à son insertion, s'incurve d'une façon assez prononcée, de haut en bas, et se termine en pointe effilée. Les pattes, bien faites de même que le train de derrière, sont relativement un peu grêles et longues. La ligne du ventre est légèrement concave.

» La *troisième* photographie est encore celle d'un Ruminant, dont la gravure se trouve à 147^m de l'ouverture de la grotte. En ce point, la roche offre plusieurs dessins gravés représentant tous des animaux; mais un seul a pu être jusqu'à présent photographié, les travaux de déblaiement n'étant pas suffisamment avancés et présentant, dans cette partie reculée, de grandes difficultés.

» L'attitude de l'animal est celle du repos, les pattes antérieures projetées en avant,

comme raidies. La tête, comme toujours très fruste et à peine visible, est renversée en arrière, elle *paraît* surmontée de bois assez longs reposant sur le dos. Le corps est gravé d'une façon remarquable, surtout la croupe et les membres postérieurs, lesquels sont non seulement gravés, mais encore coloriés avec soin en rouge brun, notamment au niveau des articulations et des sabots. La queue très courte ($0^m,06$) est relevée et formée par une touffe de poils. Le ventre est celui d'une femelle pleine, près de mettre bas. Enfin, ce qui appelle surtout l'attention, c'est une série de taches ocreuses, brun foncé, s'étendant au nombre de dix, sur une seule ligne et à des intervalles à peu près égaux, sur les flancs et le thorax.

» S'agit-il d'un daim, malgré la coloration foncée des taches ocreuses au lieu d'être blanches, ou de quelque autre Cervidé tel, par exemple, que le *Tarandus rangifer*, le Renne?

» La *quatrième* photographie, que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, paraît représenter une sorte de hutte dessinée de trois quarts, de façon à en laisser voir l'entrée, et dont les parois sont formées par une série de bandes à peu près parallèles, alternativement blanches et ocreuses, constituées par de nombreuses lignes extrêmement rapprochées, se confondant même souvent entre elles et, en général, très peu profondément gravées.

» Telles sont, avec une vue de la grotte prise du plateau qui en précède l'entrée, les photographies de quelques-unes des gravures préhistoriques que j'ai découvertes dans la grotte de La Mouthe, et qui me paraissent avoir d'autant plus d'importance qu'elles sont les premières trouvées en France. Nombre d'autres dessins sont encore à reproduire, les uns complètement mis à nu, les autres encore en partie cachés par les dépôts argileux de la grotte, mais que j'espère pouvoir photographier dans une prochaine campagne et présenter à l'Académie dans quelque temps. »

CORRESPONDANCE.

Lettre adressée à M. Berthelot *par M.* **H. Wilde**, F.R.S, Président de la « Manchester Literary and Philosophical Society ». (Traduction.)

Monsieur M. Berthelot,

Secrétaire de l'Académie des Sciences.

Paris.

« Diverses considérations m'engagent actuellement à me mettre en communication avec l'Académie, dans le but de stimuler de nouvelles

investigations dans les Sciences physico-chimiques, et de faire disparaître quelques-uns des obstacles qui entravent leurs progrès.

» L'un de ces obstacles, qui appelle la sérieuse attention des penseurs philosophes, est l'invasion d'une autorité dogmatique dans une science scolastique, pour soutenir des erreurs démontrées et des méthodes erronées d'observation et d'expérience.

» Il sera suffisant, pour l'objet que j'ai actuellement en vue, de citer le système périodique des éléments chimiques, comme un exemple de l'abus d'autorité dans une branche de la Science où vous occupez un rang si distingué.

» J'ai à vous exprimer mes regrets que vos vues au sujet de la prétendue loi périodique ne soient venues que récemment à ma connaissance; sans cela, je m'y serais référé dans mes travaux généraux sur les relations numériques des poids atomiques.

» Quoique vous ayez clairement indiqué, Monsieur, dans vos *Origines de l'Alchimie,* les sophismes et les contradictions inhérents à ce système, et que vous ayez également montré que la prédiction de l'existence et des propriétés des éléments inconnus n'a aucune relation nécessaire avec la prétendue loi périodique; cependant, ce système a depuis été imposé aux personnes qui s'occupent de Science, par les Sociétés scientifiques et les Corps enseignants, comme une vérité naturelle d'une autorité indiscutable.

» Je n'ai pas besoin de vous rappeler que l'état actuel de la Chimie théorique, en raison de la reconnaissance formelle de ce dogme, est réellement déplorable.

» Les savants qui aspirent à se distinguer dans la Chimie et dans la Physique estiment qu'il est nécessaire de donner des preuves de leur croyance personnelle, en tâchant de montrer la corrélation de leurs propres travaux, sur des points particuliers, avec le système périodique, et ils évitent toute référence aux proportions multiples des poids atomiques comme à une dangereuse hérésie.

» Beaucoup de ces néophytes, de même que certains auteurs de Manuels, ne peuvent se faire une idée, ou ignorent la signification de l'idée, de la périodicité, telle qu'elle est définie par de Chancourtois, Newlands et Mendeleeff dans leurs Mémoires respectifs; ils appliquent l'expression impropre de *loi périodique :*

» 1° A la progression de propriétés antérieurement connues, observables dans les familles naturelles des éléments;

» 2° A la corrélation avec les poids atomiques de propriétés physiques et chimiques établies depuis longtemps;

» 3° A la progression bien connue des propriétés physiques dans les séries homologues des composés organiques.

» Par suite, le danger, pour les progrès futurs de la Chimie théorique, est que, lorsque l'idée illusoire d'une spiro-périodicité des propriétés analogues des éléments sera universellement abandonnée, le nom impropre de *loi périodique* est exposé à prendre dans la Science un caractère parasite; de la même façon que cette autre expression impropre : *esprit lunatique*, avec ses dérivés, subsiste encore dans la civilisation moderne, comme une survivance de la Physiologie mentale barbare des âges passés.

» Heureusement pour l'avenir de la Philosophie chimique, que l'esprit de Dumas vit encore dans les esprits de la plupart des chimistes français, qui ne reconnaissent aucune autre autorité que la vérité de la nature, telle qu'elle se présente à l'entendement, et qu'ils sont par là exempts de l'illusion de la prétendue loi périodique.

» En reconnaissance des nombreux profits que j'ai retirés de la Science française, tant pure qu'appliquée, j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie la somme de £ 5500 = 137500^{fr} pour être placée en rente française, et l'intérêt provenant de cette somme devra être appliqué à la fondation d'un prix de *quatre mille francs*, à décerner tous les ans à l'auteur d'une découverte ou d'un Ouvrage quelconque en Astronomie, Physique, Chimie, Minéralogie, Géologie et Mécanique qui, au jugement de l'Académie, sera jugé le plus méritant.

» L'attribution de ce prix sera internationale et pourra être rétrospective.

» Je suis, Monsieur, votre tout dévoué

» H. Wilde. »

Alderley Edge (Cheshire), le 15 mars 1897.

M. **Berthelot** ajoute :

« J'ai cru devoir, conformément à l'autorisation formelle de M. Wilde, communiquer cette lettre à l'Académie. Dès que les formalités nécessaires pour cette généreuse donation auront été réglées, d'après les législations française et anglaise, elle sera soumise à l'approbation de l'Académie. »

ASTRONOMIE. — *Sur les quadratures mécaniques.* Note de M. **B. Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

« Encke a publié en 1837 les formules de Gauss pour les quadratures mécaniques et est revenu, en 1862, sur ces formules dont d'autres démonstrations avaient été données par Airy dans le *Nautical Almanac*, par Terquem et Lafon dans une traduction du Mémoire d'Encke.

» Les formules d'Encke pour les quadratures premières, secondes et troisièmes ne faisaient connaître que les valeurs numériques des premiers coefficients des séries. En 1868, M. Gruey, mon savant collègue de Besançon, a donné, pour les quadratures premières et secondes, les formes générales des coefficients. Il a obtenu, en outre, entre ces coefficients des relations récurrentes qu'il a utilisées dans les démonstrations.

» Plus tard, Th. von Oppolzer est parvenu, par une voie très différente, à des relations entre les mêmes coefficients et les a utilisées pour opérer une réduction nouvelle des coefficients de M. Gruey, dont le Mémoire paraît lui être resté inconnu.

» Il est aisé de montrer que les formules de M. Gruey comprennent celles de Th. von Oppolzer; je reviendrai ailleurs sur ce sujet et sur l'objet principal de cette Note, avec l'étendue nécessaire.

» J'ai appliqué la marche très simple de M. Gruey à la détermination des formules générales relatives aux quadratures d'ordre quelconque. Voici un aperçu des résultats principaux.

» Soient t une variable, $\varphi(t)$ une fonction de t donnée par les valeurs qu'elle prend pour les valeurs ..., $a-3\omega$, $a-2\omega$, $a-\omega$, a, $a+\omega$, $a+2\omega$, ... de t. Soit (r) une fonction satisfaisant à l'équation différentielle

$$\frac{d^r(r)}{dt^r}=\varphi.$$

On a, en désignant par $(r)_k$ la valeur de (r) pour $t=a+k\omega$:

$$(2r+1)_{i+\frac{1}{2}}-(2r+1)_{-\frac{1}{2}}=\omega^{2r+1}\left(\mathrm{P}_{2r+1}^{-(2r+1)}\;{}^{2r+1}\varphi_{i+\frac{1}{2}}+\ldots+\mathrm{P}_{2r+1}^{2p-1}\;\varphi_{i+\frac{1}{2}}^{2p-1}+\ldots\right)+(2\mathrm{R}+1)_{-\frac{1}{2}},$$

$$(2r+1)_{i}\quad-(2r+1)_{0}\quad=\omega^{2r+1}(\mathrm{P}'^{-(2r+1)}_{2r+1}\;{}^{2r+1}\varphi_{i}\quad+\ldots+\mathrm{P}'^{2p-1}_{2r+1}\;\varphi_{i}^{2p-1}+\ldots)+(2\mathrm{R}+1)_{0},$$

$$(2r+1)_{i+\frac{1}{2}}-(2r+1)_{0}\quad=\omega^{2r+1}\left(\mathrm{P}_{2r+1}^{-(2r+1)}\;{}^{2r+1}\varphi_{i+\frac{1}{2}}+\ldots+\mathrm{P}_{2r+1}^{2p-1}\;\varphi_{i+\frac{1}{2}}^{2p-1}+\ldots\right)+(2\mathrm{R}+1)_{0},$$

$$(2r+1)_{i}\quad-(2r+1)_{-\frac{1}{2}}=\omega^{2r+1}(\mathrm{P}'^{-(2r+1)}_{2r+1}\;{}^{2r+1}\varphi_{i}\quad+\ldots+\mathrm{P}'^{2p-1}_{2r+1}\;\varphi_{i}^{2p-1}+\ldots)+(2\mathrm{R}+1)_{-\frac{1}{2}},$$

avec quatre formules analogues pour les intégrales de rang pair, dont la première est

$$(2r)_{i+\frac{1}{2}} - (2r)_{-\frac{1}{2}} = \omega^{2r}\left(\mathrm{P}_{2r}^{-2r}\,{}^{2r}\varphi_{i+\frac{1}{2}} + \ldots + \mathrm{P}_{2r}^{2p}\,\varphi_{i+\frac{1}{2}}^{2p} + \ldots\right) + (2\mathrm{R})_{-\frac{1}{2}},$$

en posant

$$(2\mathrm{R}+1)_{-\frac{1}{2}} = -\,\omega^{2r+1}\left(\mathrm{P}_{2r+1}^{-(2r+1)}\,{}^{2r+1}\varphi_{-\frac{1}{2}} + \ldots + \mathrm{P}_{2r+1}^{2p-1}\,\varphi_{-\frac{1}{2}}^{2p-1} + \ldots\right),$$
$$(2\mathrm{R}+1)_{0} = -\,\omega^{2r+1}\left(\mathrm{P}_{2r+1}^{\prime-(2r+1)}\,{}^{2r+1}\varphi_{0} + \ldots + \mathrm{P}_{2r+1}^{\prime 2p-1}\,\varphi_{0}^{2p-1} + \ldots\right),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$

et supposant que les valeurs initiales des différences ${}^{2r-1}\varphi_{-\frac{1}{2}}$, ${}^{2r-3}\varphi_{-\frac{1}{2}}$, ... aient été déterminées par les relations

$$(1)_{-\frac{1}{2}} + \mathrm{I}_{-\frac{1}{2}} = 0, \qquad (2)_{-\frac{1}{2}} + (11)_{-\frac{1}{2}} = 0, \qquad \ldots, \qquad (2r-1)_{-\frac{1}{2}} + (2\mathrm{R}-1)_{-\frac{1}{2}} = 0;$$

d'où résultent

$$(1)_0 + \mathrm{I}_0 = 0, \qquad (2)_0 + (11)_0 = 0, \qquad \ldots, \qquad (2r-1)_0 + (2\mathrm{R}-1)_0 = 0.$$

» Les valeurs des coefficients P sont données par les formules

$$\mathrm{P}_{2r}^{2p} = \mathrm{C}_{2p+1}^{2r} + \mathrm{P}_{2r-1}^{\prime 2p+1} + \frac{2}{2.4.6}\mathrm{P}_{2r-3}^{\prime 2p+1} + \ldots + \frac{2}{2.4\ldots4r-2}\mathrm{P}_{1}^{\prime 2p+1},$$
$$\mathrm{P}_{2r}^{\prime 2p} = \mathrm{C}_{2p+1}^{\prime 2r} + \mathrm{P}_{2r-1}^{2p+1} + \frac{2}{2.4.6}\mathrm{P}_{2r-3}^{2p+1} + \ldots + \frac{2}{2.4\ldots4r-2}\mathrm{P}_{1}^{2p+1},$$
$$\mathrm{P}_{2r-1}^{2p-1} = \mathrm{C}_{2p}^{2r-1} + \mathrm{P}_{2r-2}^{\prime 2p} + \frac{2}{2.4.6}\mathrm{P}_{2r-4}^{\prime 2p} + \ldots + \frac{2}{2.4\ldots4r-6}\mathrm{P}_{2}^{\prime 2p},$$
$$\mathrm{P}_{2r-1}^{\prime 2p-1} = \mathrm{C}_{2p}^{\prime 2r-1} + \mathrm{P}_{2r-2}^{2p} + \frac{2}{2.4.6}\mathrm{P}_{2r-4}^{2p} + \ldots + \frac{2}{2.4\ldots4r-6}\mathrm{P}_{2}^{2p}.$$

» Les coefficients C sont définis par

$$\mathrm{C}_{2p+1}^{2r} = \sum_{h=0}^{h=p} \frac{(-1)^{p-h}\,\mathrm{S}_{p-h}[2^2.4^2\ldots(2p)^2]}{1.2\ldots(2p+1).2^{2p+2r}(2h+2)\ldots(2h+2r+1)},$$
$$\mathrm{C}_{2p+1}^{\prime 2r} = \sum_{h=0}^{h=p} \frac{(-1)^{p-h}\,\mathrm{S}_{p-h}[1^2.3^2\ldots(2p-1)^2]}{1.2\ldots(2p+1).2^{2p+2r}(2h+2)\ldots(2h+2r+1)},$$
$$\mathrm{C}_{2p}^{2r-1} = \sum_{h=0}^{h=p} \frac{(-1)^{p-h}\,\mathrm{S}_{p-h}[2^2\ldots(2p-2)^2]}{1.2\ldots2p.2^{2p+2r-2}(2h+1)\ldots(2h+2r-1)},$$
$$\mathrm{C}_{2p}^{\prime 2r-1} = \sum_{h=0}^{h=p} \frac{(-1)^{p-h}\,\mathrm{S}_{p-h}[1^2.3^2\ldots(2p-1)^2]}{1.2\ldots2p.2^{2p+2r-2}(2h+1)\ldots(2h+2r-1)},$$

où $S_{p-h}[2^2.4^2...(2p-2)^2]$ désigne la somme des produits $p-h$ à $p-h$ des nombres $2^2.4^2...(2p-2)^2$; $S_{p-h}[1^2.3^2...(2p-1)^2]$ ayant une signification analogue.

» Il existe, entre les coefficients C et C' et quatre autres séries de coefficients analogues, des relations récurrentes, qu'il serait trop long de reproduire ici, relations qui comprennent comme cas particuliers les relations de M. Gruey et de Th. von Oppolzer. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie générale des surfaces.* Note de M. A. PELLET.

« Les coordonnées cartésiennes X, Y, Z étant données en fonction des paramètres U, V, supposons qu'en un point ces fonctions s'expriment en séries ordonnées suivant les puissances croissantes des accroissements u, v de U et V, et que la quantité

$$\left[\frac{\partial(Y,Z)}{\partial(U,V)}\right]^2+\left[\frac{\partial(Z,X)}{\partial(U,V)}\right]^2+\left[\frac{\partial(X,Y)}{\partial(U,V)}\right]^2$$

soit différente de o. Rapportons la surface à trois nouveaux axes rectangulaires x, y, z passant par le point, le nouvel axe des z étant la normale à la surface. Les coordonnées x, y, z du point u, v sont des fonctions holomorphes de ces variables, s'annulant avec elles, z ne contenant pas de terme du premier degré; posons :

$$x=x_1+x_2+\ldots+x_n+\ldots,\qquad y=y_1+y_2+\ldots+y_n+\ldots,$$
$$z=\tfrac{1}{2}(Du^2+2D'uv+D''v^2)+z_3+\ldots+z_n+\ldots,$$

x_n, y_n, z_n étant des fonctions homogènes de degré n en u et v.

» $\frac{1}{2}(D\,dU^2+2D'\,dU\,dV+D''\,dV^2)$ est la valeur principale de la distance du point $U+dU$, $V+dV$ au plan tangent en U, V; soit

$$E\,dU^2+2F\,dU\,dV+G\,dV^2$$

la valeur principale de la distance des points U, V et $U+dU$, $V+dV$. Pour le point u, v, on a deux expressions de ces valeurs principales; dans l'une les coefficients de du^2, $du\,dv$, dv^2 sont exprimés à l'aide des dérivées des fonctions x, y, z; dans l'autre, ces coefficients sont les valeurs des fonctions D, D', D'', E, F, G correspondant à $U+u$, $V+v$, valeurs qui sont données en séries par la formule de Taylor. Les différence des 6 coef-

ficients correspondants sont donc des fonctions de u, v nulles, ce qui permet d'exprimer les coefficients de x, y, z à l'aide des 6 fonctions D, D′, D″, E, F, G et de leurs dérivées, et l'on obtient en outre des relations différentielles entre ces fonctions.

» En égalant à o les termes indépendants de u, v, on a 3 équations entre les coefficients de x_1, y_1; le choix de l'un d'eux reste donc arbitraire : ce qui correspond à l'indétermination de l'axe des x dans le plan tangent; le choix étant fait, en égalant à o les termes du premier degré, on obtient entre les 10 coefficients de x_2, y_2, z_3, 12 équations qui déterminent ces coefficients et donnent en outre deux relations différentielles; en général, en égalant à o les termes de degré $n-1$, on obtient $6n$ équations entre les $3n+4$ coefficients de x_n, y_n, z_{n+1}; ces équations permettent d'exprimer ces coefficients à l'aide des 6 fonctions D, D′, D″, E, F, G et de leurs dérivées, et donnent en outre $3n-4$ relations différentielles entre ces 6 fonctions. Ces relations différentielles sont des conséquences de trois d'entre elles bien connues; mais la méthode que j'indique offre cet avantage de donner l'équation de la surface relativement au système de coordonnées x, y, z.

» En particulier, supposons les courbes de paramètres U et V rectangulaires, les axes des x et des y tangents à ces courbes, et soit $A^2 dU^2 + B^2 dV^2$ le carré de l'élément linéaire de la surface; prenons pour variables indépendantes x et y au lieu de u et v, et posons

$$z = \tfrac{1}{2}(ax^2 + by^2 + 2cxy) + z_3 + \ldots + z_n + \ldots,$$

z_n étant une fonction homogène de x, y de degré n. On a

$$u = \frac{x}{A} - \frac{1}{2A}\left(A'_U \frac{x^2}{A^2} + 2A'_V \frac{xy}{AB} - B'_U \frac{y^2}{AB}\right) + \ldots$$
$$v = \frac{y}{B} - \frac{1}{2B}\left(- A'_V \frac{x^2}{AB} + 2B'_U \frac{xy}{AB} + B'_V \frac{y^2}{B^2}\right) + \ldots,$$

puis

$$z''_{3x^2} = a_1 + 2cf, \qquad z''_{3y^2} = b_1 - 2cf, \qquad z''_{3xy} = c_1 - (a-b)f,$$

f désignant la fonction $\frac{1}{AB}(A'_V x - B'_U y)$, a_1 la fonction $\frac{\partial a}{\partial U}\frac{x}{A} + \frac{\partial a}{\partial V}\frac{y}{B}$, et b_1, c_1 des expressions analogues pour b et c. De là résultent les relations

$$\frac{1}{B}\frac{\partial a}{\partial V} - \frac{1}{A}\frac{\partial c}{\partial U} = \frac{b-a}{AB}A'_V + \frac{2c}{AB}B'_U,$$
$$\frac{1}{A}\frac{\partial b}{\partial U} - \frac{1}{B}\frac{\partial c}{\partial V} = \frac{a-b}{AB}B'_U + \frac{2c}{AB}A'_V,$$

et l'expression de z_3

$$6z_3 = \left(\frac{\partial a}{\partial s} + \frac{2c}{A}\frac{\partial A}{\partial s_1}\right)x^3 + 3\left(\frac{\partial a}{\partial s_1} - \frac{2c}{B}\frac{\partial B}{\partial s}\right)x^2 y + 3\left(\frac{\partial b}{\partial s} - \frac{2c}{A}\frac{\partial A}{\partial s_1}\right)xy^2 + \left(\frac{\partial b}{\partial s_1} + \frac{2c}{B}\frac{\partial B}{\partial s}\right)y^3;$$

$\frac{\partial}{\partial s}$, $\frac{\partial}{\partial s_1}$ indiquant les dérivées prises par rapport aux arcs des courbes U, V.

» Pour $c = 0$, ces formules sont immédiates et très utiles.

» Ainsi, dans ce cas, portons sur les normales à la surface une longueur l; on a, pour les coordonnées de la surface parallèle, ξ, η, ζ,

$$\xi = x(1 - al) + \ldots,$$
$$\eta = y(1 - bl) + \ldots,$$
$$\zeta - l = \frac{1}{2}[a(1 - al)x^2 + b(1 - bl)]y^2 + \ldots.$$

» D'où

$$\zeta - l = \frac{1}{2}\left(\frac{a}{1 - al}\xi^2 + \frac{b}{1 - bl}\eta^2\right) + \frac{1}{6}\left[\frac{\xi^3}{(1 - al)^3}\frac{\partial a}{\partial s} + 3\frac{\xi^2\eta}{(1 - al)^2(1 - bl)}\frac{\partial a}{\partial s_1} + 3\frac{\xi\eta^2}{(1 - al)(1 - bl)^2}\frac{\partial b}{\partial s} + \frac{\eta^3}{(1 - bl)^3}\frac{\partial b}{\partial s_1}\right] + \ldots,$$

et l'on voit que les sections normales surosculées par des cercles se correspondent sur les deux surfaces (remarque de Ribaucour), et les plans de ces sections pour l'une des surfaces sont symétriques par rapport aux plans principaux des plans de celles de l'autre surface, lorsque les points considérés des deux surfaces sont conjugués harmoniques par rapport aux centres de courbure principaux communs, auquel cas on a

$$1 - al = -(1 - bl). \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation de certains paraboloïdes et sur le théorème de M. Weingarten.* Note de M. **Eugène Cosserat**, présentée par M. Darboux.

« Dans un Travail particulièrement intéressant qui vient de commencer à paraître dans les *Annales de l'École Normale*, M. Thybaut envisage le problème de la déformation du paraboloïde.

» La remarque suivante, que j'ai faite autrefois à propos du théorème

de M. Weingarten, précise, dans une certaine mesure, le degré de difficulté de la question dès que l'on s'écarte des cas connus.

» Conservons toutes les notations du Livre VIII, Chapitre XIII, des *Leçons* de M. Darboux, et supposons que l'on prenne pour la surface (Θ_1) le paraboloïde qui est défini par les équations suivantes, où m est une constante,

$$x_1 = u, \qquad y_1 + iz_1 = v, \qquad y_1 - iz_1 = \frac{v^2}{2} - \frac{u^2}{2m^2} - m^2 v,$$

et qui est tangent au plan de l'infini en un point du cercle de l'infini. La fonction $\varphi(p, q)$ aura alors pour expression

$$\varphi(p, q) = \left(q + \frac{m^2}{2}\right)^2 - m^2 p^2,$$

et, par conséquent, si x, y, z désignent les coordonnées rectangulaires d'un point d'une surface (Θ) applicable sur (Θ_1), la surface (Σ), lieu du point $\left(\frac{\partial x}{\partial v}, \frac{\partial y}{\partial v}, \frac{\partial z}{\partial v}\right)$, est une surface à courbure totale constante. Ainsi :

» *Le problème de la recherche des surfaces applicables sur un paraboloïde tangent au plan de l'infini en un point du cercle de l'infini et celui de la détermination des surfaces à courbure totale constante sont deux problèmes qui se ramènent l'un à l'autre.*

» Le système des surfaces (Θ), (Σ) et de celles qu'on peut leur adjoindre jouit de nombreuses propriétés géométriques ; il nous suffira ici de remarquer que les asymptotiques de (Θ) et de (Σ) se correspondent et qu'au réseau des lignes de courbure de (Σ) correspond le réseau conjugué commun à (Θ) et à (Θ_1).

» Si l'on effectue le changement de variables défini par les formules

$$u = m(\alpha - \beta), \qquad v = \alpha + \beta,$$

de façon à rapporter (Θ_1) à ses asymptotiques, et si l'on a égard aux formules telles que les suivantes

$$2m\frac{\partial x}{\partial u} = \frac{\partial x}{\partial \alpha} - \frac{\partial x}{\partial \beta}, \qquad 2\frac{\partial x}{\partial v} = \frac{\partial x}{\partial \alpha} + \frac{\partial x}{\partial \beta},$$

on voit que *les surfaces, lieux respectifs des points* $\left(\frac{\partial x}{\partial \alpha}, \frac{\partial y}{\partial \alpha}, \frac{\partial z}{\partial \alpha}\right)$ et $\left(\frac{\partial x}{\partial \beta}, \frac{\partial y}{\partial \beta}, \frac{\partial z}{\partial \beta}\right)$, *ne sont autres que les deux surfaces à courbure moyenne constante, associées par O. Bonnet à la surface* (Σ), *et qui sont parallèles à cette dernière.*

» A la remarque précédente, relative au théorème de M. Weingarten, et qui est toute spéciale, j'ajouterai encore les suivantes plus générales.

» Considérons la transformation de surfaces, définie par les quatre équations

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} z &= \frac{\partial \varpi}{\partial x'},\\ \frac{2z}{x-y} + p - q &= q',\\ \frac{2}{x-y} &= p',\\ \frac{z^2+(x-y)^2 pq}{2} &= \frac{\partial \varpi}{\partial y'}, \end{aligned}\right.$$

où p, q désignent les dérivées partielles de z par rapport à x, y et p', q' celles de z' par rapport à x', y', et où ϖ est une fonction donnée des seules variables x', y'.

» Cette transformation rentre dans la catégorie de celles considérées par M. V. Bäcklund, en sorte que z et z' satisfont chacune à une équation aux dérivées partielles du second ordre; il suffit, pour s'en rendre compte *a priori*, de remarquer que z' ne figure pas dans les équations (1) et que si l'on prend pour variables $x_1 = x - y$ et $y_1 = x + y$ à la place de x et y, la lettre y_1 n'y figurera pas non plus.

» Si l'on forme l'équation aux dérivées partielles du second ordre qui définit z' en fonction de x' et y' on trouve l'équation bien connue à laquelle satisfait le résultat de la substitution, dans le premier membre de l'équation d'un plan isotrope, des coordonnées cartésiennes rectangulaires d'un point d'une surface dont l'élément linéaire est déterminé par l'équation

$$(2)\qquad ds^2 = du^2 + 2\,dv\,d\varpi = du^2 + 2\frac{\partial \varpi}{\partial u}\,du\,dv + 2\frac{\partial \varpi}{\partial v}\,dv^2,$$

où u et v désignent les variables indépendantes x', y'.

» Si l'on forme l'équation aux dérivées partielles du second ordre qui définit z, on trouve l'équation de M. Weingarten

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial p^2} - (\rho' + \rho'')\frac{\partial^2 \varphi}{\partial p\,\partial q} + \rho'\rho''\frac{\partial^2 \varphi}{\partial q^2} = 0,$$

où les notations sont celles des *Leçons* de M. Darboux, cette équation étant écrite avec le système de coordonnées tangentielles (α, β, ζ) pour lequel l'équation du plan tangent à une surface est

$$(1 - \alpha\beta)\,X + i(1 + \alpha\beta)\,Y + (\alpha + \beta)\,Z = (\alpha - \beta)\,\zeta.$$

» Si l'on considère de même la transformation de surfaces, définie par les quatre équations

$$(3)\quad \begin{cases} z = \dfrac{\partial \varpi}{\partial x'}, \\ px - qy + \dfrac{x+y}{x-y} z = q', \\ \dfrac{x+y}{x-y} = p', \\ z^2 + (x-y)^2 pq = 2\dfrac{\partial \varpi}{\partial y'}, \end{cases}$$

elle conduit pour z à la même équation que la précédente; z' est également définie par une équation aux dérivées partielles du second ordre, qui n'est autre que l'équation connue, à laquelle satisfont les coordonnées cartésiennes rectangulaires d'un point d'une surface dont l'élément linéaire est défini par l'équation (2).

» L'équation considérée en 1891 par M. Weingarten est, par ce qui précède, reliée aux équations envisagées par Bonnet et par Bour dans le problème de la déformation. Je me réserve d'indiquer prochainement les résultats auxquels on est conduit en étudiant directement ces dernières équations et en cherchant, en particulier, les cas dans lesquels l'équation de Bonnet est intégrable par la méthode de M. Darboux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables*. Note de M. **Cotton**, présentée par M. Darboux.

« Considérons une équation aux dérivées partielles du second ordre linéaire, et à deux variables indépendantes x_1, x_2; et le groupe formé par l'ensemble des transformations suivantes : changement de variables indépendantes, changement de la fonction inconnue ϖ en $\lambda(x_1, x_2)\varpi$.

» Les invariants différentiels de cette équation, par rapport à ce groupe, sont les mêmes que ceux d'un système formé par un ds^2 et une fonction donnée des deux variables. C'est ainsi que l'on peut résumer les résultats que j'ai indiqués dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 30 novembre 1896). J'applique ici ces résultats à la recherche des équations admettant un groupe continu de transformations.

» Soient

$$x'_1 = f_1(x_1, x_2; a_1, a_2, \ldots, a_r),$$
$$x'_2 = f_2(x_1, x_2; a_1, a_2, \ldots, a_r),$$

les équations de définition d'un groupe continu. Cherchons les équations telles que, $\varpi(x_1, x_2)$ étant une solution quelconque, il en soit de même de

$$\lambda(x_1, x_2; a_1, \ldots, a_r)\,\varpi(x'_1, x'_2),$$

λ désignant une fonction indépendante de la solution ϖ considérée. Ainsi posé, le problème est une généralisation d'un problème traité pour les équations d'Euler et de Poisson par M. Darboux (*Comptes rendus*, 1882) et par M. Appell (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1882).

» Les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une équation admette les propriétés précédentes sont, on le voit aisément, que le ds^2 *attaché à l'équation, et l'invariant* $\frac{H}{\sqrt{\Delta}}$ *admettent simultanément les transformations du groupe*. Le ds^2 doit donc être soit de révolution, soit à courbure constante, et le groupe a au plus trois paramètres. On ramène ainsi à des opérations connues les calculs à faire pour reconnaître si une équation donnée satisfait au problème précédent.

» Par un changement de variables, on peut ramener le ds^2 à l'une des formes canoniques $f(x-y)\,dx\,dy$, $\frac{K\,dx\,dy}{(x-y)^2}$, $dx\,dy$, et $\frac{H}{\sqrt{\Delta}}$, soit à une constante, soit à une fonction de $x-y$, soit à une fonction de y seul. Ce dernier cas ne se présente que si le ds^2 est de la forme $dx\,dy$. Employant alors les notations de Legendre, on retrouve les quatre types canoniques déterminés, d'une autre façon, par M. Lie, pour les équations admettant une transformation de contact infinitésimale (*Archiv for Mathematik og Naturvidenskab*, 1882) :

$$\left.\begin{array}{ll}(a) & s + \dfrac{A}{x-y}q + \dfrac{B}{(x-y)^2}z = 0 \\ (b) & s + Cyq + z = 0,\end{array}\right\}\text{ groupe à trois paramètres,}$$

$$\left.\begin{array}{ll}(c) & s + Q(x-y)q + Z(x-y)z = 0, \\ (d) & s + Y(y)q + z = 0.\end{array}\right\}\text{ groupe à un paramètre.}$$

» Je donnerai ici les exemples suivants, empruntés à la Physique mathématique.

» Les équations du type

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial u^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial\rho^2}-\frac{4m^2-1}{4\rho^2}\psi=0$$

se rencontrent dans la théorie de la distribution de l'électricité, lorsqu'on emploie des coordonnées cylindropolaires. Leur ds^2 est à courbure constante négative, leur invariant $\frac{H}{\sqrt{\Delta}}$ nul.

» Les équations auxquelles satisfont les fonctions sphériques sont encore des équations d'Euler et de Poisson à invariants égaux ; leur ds^2 est à courbure constante positive.

» L'équation des télégraphistes est une équation à invariants égaux ; et son ds^2 est à courbure constante et nulle.

» Toutes ces équations admettent un groupe continu à trois paramètres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés des fonctions entières.* Extrait d'une lettre de M. **Desaint** à M. Poincaré.

« La proposition que j'ai donnée sur les fonctions entières peut être complétée par la suivante :

» Soit $F(z)$ une fonction entière donnée par la série

$$F(z)=\sum_{n=0}^{n=\infty}A_n z^n;$$

désignons par M la quantité $\sum_{n=0}^{n=\infty}|A_n|R^n$, où $|A_n|$ est le module de A_n et R une quantité positive. Il ne peut exister deux valeurs de u, a et b pour lesquelles l'équation $F(z)=u$ ait des racines à l'intérieur d'un cercle concentrique à l'origine et de rayon $\frac{R}{\sqrt{2}\left(1+\frac{M}{A_0-u}\right)}$.

» Relativement aux équations différentielles, nous sommes conduits à ce théorème :

» Étant donné le système

$$\frac{dy_1}{dx} = f_1(x, y_1, y_2, \ldots, y_n),$$
$$\frac{dy_k}{dx} = f_k(x, y_1, y_2, \ldots, y_n),$$
$$\frac{dy_n}{dx} = f_n(x, y_1, y_2, \ldots, y_n),$$

soit y_k l'intégrale satisfaisant à ce système, qui prend la valeur $y_k^{(0)}$ pour $x = x_0$, les fonctions $f_1, \ldots, f_k, \ldots, f_n$ ayant un module maximum M, lorsque x reste à l'intérieur d'un cercle de centre x_0, de rayon a, y_1, y_2, $\ldots, y_k, \ldots, y_n$ variant respectivement dans les cercles de centres $y_1^{(0)}, \ldots, y_k^{(0)}, \ldots, y_n^{(0)}$, de rayon b. Si R désigne la plus petite des quantités a et $\frac{b}{M}$, à l'intérieur de son cercle de convergence de centre x_0, l'intégrale y_k ne peut prendre la valeur u que sur le cercle Γ ou à l'extérieur du cercle Γ concentrique à x_0 et de rayon $\dfrac{R}{\sqrt{2}\left(1 + \dfrac{|y_k^0| + b}{|u - y_k^0|}\right)}$.

» Enfin, les théorèmes que j'ai donnés dans ma Note du 8 février 1897 permettent d'établir une distinction entre les fonctions uniformes et les fonctions non uniformes :

» Soit F(z) une fonction donnée par ses valeurs sur un cercle C de rayon R ; désignons par M son module maximum sur C. Si, pour des valeurs de z s'éloignant à l'infini dans une direction a, F(z) tend vers u_1 et si l'on peut trouver une quantité u_2 différente de u_1, telle qu'il y ait au moins une valeur de z, z_2 en dehors d'un cercle Γ concentrique à C et de rayon $R\sqrt{2}\left(1 + \dfrac{M}{|u_2 - u_1|}\right)$ qui fasse prendre à F(z) la valeur u_2 :

» 1° La fonction F(z) étant uniforme et régulière à l'infini admet nécessairement des points singuliers à l'extérieur de C ;

» 2° La fonction F(z) étant uniforme et n'ayant pas de discontinuité à distance finie en dehors de C admet nécessairement le point à l'infini comme pôle ou point singulier essentiel ; si u_1 est fini, l'infini est point singulier essentiel ;

» La fonction F(z) n'ayant pas de points singuliers à distance finie ou à l'infini en dehors de C ne peut être uniforme. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation partielle des radiations émises par quelques sources lumineuses, sous l'influence du champ magnétique.* Note de MM. **N. Egoroff** et **N. Géorgiewsky**, présentée par M. A. Cornu.

« Depuis quelques mois M. le Dr Zeeman, à l'Université de Leyde, a fait de très remarquables expériences relatives à l'influence d'un champ magnétique assez fort, sur l'émission de flammes dans un brûleur de Bunsen (sodium et lithium). Il a démontré que les perturbations éprouvées par les ions sous l'influence des forces magnétiques produisent de nouvelles périodes de vibrations lumineuses (l'élargissement des raies spectrales du sodium et du lithium). Ensuite M. Zeeman, conduit par les vues théoriques de M. le professeur Lorentz, a démontré aussi la polarisation particulière de ces nouvelles vibrations (1).

» En répétant l'expérience principale de M. Zeeman, avec la flamme de sodium, au laboratoire de Physique de l'Académie impériale de Médecine de Saint-Pétersbourg, à l'aide d'un réseau plan de Rowland et d'un électro-aimant de Ruhmkorff, nous avons aperçu, malgré la petite distance interpolaire (7^{mm} à 10^{mm}) et l'aimantation presque saturée (intensité du courant, 20 ampères), un très faible élargissement des raies D_1 et D_2 dans le spectre de radiations axiales, ainsi que de radiations équatoriales.

» Certainement il serait très intéressant de combiner des conditions expérimentales plus faciles que celles du procédé de M. Zeeman pour démontrer d'une manière décisive la remarquable influence du champ magnétique sur les flammes colorées.

» Ayant en vue le résultat général des expériences de M. Zeeman, à savoir, l'apparition dans les flammes colorées de rayons polarisés, nous avons entrepris l'observation directe (sans spectroscope à réseau) de la polarisation partielle d'émission, produite dans quelques sources lumineuses par le champ magnétique.

» Nous avons fait ces observations à l'aide des méthodes employées ordinairement pour l'analyse de la lumière partiellement polarisée.

» L'analyseur de Savart était le mieux approprié pour démontrer la polarisation particulière des flammes colorées dans le champ magnétique.

(1) *Nature*, t. LV, p. 347; 11 février 1897.

» La polarisation rectiligne partielle des rayons dirigés dans l'équateur du champ magnétique était facilement observée, non seulement dans les flammes du sodium, du lithium et du potassium, même avec une distance polaire de 100^{mm}, mais aussi bien dans les étincelles d'induction entre des électrodes de magnésium.

» Les expériences avec les étincelles entre les électrodes de charbon, d'aluminium, de mercure, de zinc, de bismuth, de fer, n'ont pas montré dans l'analyseur de Savart même des signes de la polarisation rectiligne. La polarisation elliptique partielle des rayons envoyés obliquement à l'équateur du champ était déterminée aussi facilement avec l'analyseur de Savart, additionné d'une lame de $\frac{1}{4}$ d'onde.

» Nous continuons nos recherches sur la polarisation particulière des sources lumineuses, placées dans le champ magnétique, et nous aurons l'honneur de présenter les résultats détaillés à la haute attention de l'Académie dans une Note prochaine. »

PHYSIQUE. — *Nouvelle lampe à cadmium pour la production des franges d'interférence, à grande différence de marche.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« Dans ses admirables recherches sur la valeur du mètre en longueurs d'ondes [1], entreprises au Bureau international des Poids et Mesures avec la collaboration de MM. Benoît, Chappuis, Guillaume, M. Michelson a employé, comme sources lumineuses monochromatiques, les radiations rouge, verte, bleue, indigo qu'émet la vapeur de cadmium portée à l'incandescence dans un tube de Geissler. La décharge électrique pénètre, dans l'appareil de M. Michelson, par des fils de platine auxquels sont fixés de gros anneaux d'aluminium servant d'électrodes.

» L'expérience a montré que la lampe ainsi constituée se détériore rapidement sous l'action du courant et de la température assez élevée à laquelle on opère. Souvent des fissures s'établissent dans le verre, près des fils de platine, et mettent le tube hors d'usage dès le second échauffement. Il arrive aussi que les radiations s'altèrent, en commençant par le bleu, et

---

(1) *Détermination expérimentale de la valeur du mètre en longueurs d'ondes lumineuses* [t. XI des *Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures* (Mémoire traduit de l'anglais par M. Benoît)].

finissent par ne plus donner de franges à grande différence de marche. M. Michelson explique cette singularité par la formation d'une combinaison volatile de cadmium et d'aluminium, emprunté aux électrodes, dont la vapeur se répandrait peu à peu dans le tube.

» Des expériences actuellement en cours à l'Observatoire, ayant pour objet l'étude de la vis micrométrique de l'instrument des latitudes, m'ont amené à m'occuper des lampes à cadmium et à les transformer. Les résultats obtenus sous le rapport du pouvoir lumineux, de la constance des radiations et de la durée me paraissent assez nets pour être publiés.

» La nouvelle lampe, construite avec beaucoup de soins par M. Chabaud d'après mes indications, est sans électrodes intérieures. Elle se compose d'un tube de verre de 20^{mm} de diamètre et de 130^{mm} de longueur (1), étranglé en son milieu, dans lequel on enferme quelques centigrammes de cadmium à la température de 300° environ, après avoir fait le vide à la pompe à mercure. Chacune des extrémités cylindriques est entourée d'un manchon en laiton contenant de la plombagine qui adhère au verre et en rend la surface conductrice de l'électricité. L'ensemble est suspendu dans une étuve entièrement close (tube de cuivre ou de laiton de 2^{mm} d'épaisseur, de 50^{mm} de diamètre, de 160^{mm} de longueur, fermé à ses extrémités et surmonté d'un demi-tube de 80^{mm} de diamètre formant réverbère), maintenue à une température voisine de 350° au moyen d'une rampe de gaz d'une forme particulière. Les deux fils suspenseurs communiquent chacun avec un des manchons et sortent de l'étuve isolés dans des tubes de verre.

» La lampe s'illumine (couleur vieux rose ou rose violacé) dès que les fils reçoivent la décharge d'une bobine d'induction (2). La lumière s'observe à travers une glace qui masque une petite fenêtre pratiquée dans l'étuve. Son éclat croît ordinairement pendant quelques minutes, au commencement de la période d'excitation, puis demeure invariable. Il n'y a aucun intérêt à employer un courant inducteur de plus de quatre ampères (interrupteur en marche), au moins avec la bobine qui me sert dans mes recherches (3). Les radiations parasites du sodium qui sont visibles, vraisemblablement à cause de la présence de ce métal dans le verre, profitent seules d'un accroissement de consommation.

» Le pouvoir éclairant de la nouvelle lampe n'est pas inférieur à celui

---

(1) Il y aurait peut-être intérêt à raccourcir le tube et à augmenter son diamètre pour les très grandes différences de marche.

(2) Les courants à haute fréquence de M. d'Arsonval donnent des résultats très médiocres au point de vue de l'intensité lumineuse.

(3) Bobine Carpentier, modèle de 300^{fr}, interrupteur Deprez.

de la lampe de M. Michelson. J'ai pu me convaincre du fait grâce à l'extrême obligeance de MM. Benoît et Chappuis, auxquels j'ai plaisir à exprimer mes remercîments.

» Dans mes premiers essais j'employais, au lieu d'électrodes extérieures de plombagine, des électrodes métalliques qui ne touchent le verre qu'en un petit nombre de points. Le rendement lumineux était médiocre et la décharge corrodait le verre en peu de temps; un tube a même été percé par une étincelle. Ces inconvénients ont complètement disparu depuis l'emploi de la plombagine et de la mise en dérivation des armatures d'un condensateur, de capacité suffisante (1), dans le circuit induit. L'introduction de ce condensateur ne modifie pas l'intensité de la lumière, mais a pour effet d'empêcher la corrosion et la perforation du verre.

» Des expériences exécutées sur quelques tubes ont montré qu'un travail de plus de vingt heures, entrecoupé de plusieurs périodes d'échauffement et de refroidissement, n'altère aucune de leurs propriétés. Une distinction nécessaire, entre les pôles de la bobine, est d'ailleurs à faire pour éviter l'obscurcissement de l'extrémité du tube à travers laquelle s'effectue la vision (2).

» La résistance de la lampe en marche est égale à celle d'un à deux dixièmes de millimètre d'air. Une élévation notable de température, audessus de 350°, augmente cette résistance au point que la décharge ne passe plus dans l'appareil. Il en est de même lorsque la température de l'étuve tombe à 200°.

» Outre les quatre radiations, rouge, verte, bleue, indigo, qui donnent des franges à grande différence de marche, le spectroscope m'a permis de retrouver toutes les raies visibles connues du cadmium dans la lumière sortant de la lampe, et de plus: une raie faible dans le rouge (λ, 632); les raies du sodium; une belle raie dans le vert (λ, 515), invisible dans le

---

(1) Un matras de verre d'un litre, rempli d'acide sulfurique, à l'extérieur duquel est collée une feuille d'étain, donne de très bons résultats.

(2) La décharge d'une bobine de Ruhmkorff éclate sous forme d'aigrettes, entre deux pointes assez écartées. Le côté de la lampe communiquant avec le *pôle aigrette* noircit sur *toute* sa surface intérieure. La coloration, qui ne disparaît pas sous l'action d'une température inférieure au point de ramollissement du verre, se transporte *presque complètement* dans l'autre partie du tube en inversant le courant; le phénomène est très net en mettant le condensateur hors circuit. On peut se demander, par analogie, s'il ne serait pas possible de faire sortir les molécules d'air emprisonnées dans les parois d'un tube de Crookes qui commence à se caler, en faisant passer la décharge, dans un sens convenable, à travers le verre.

spectre de l'étincelle éclatant dans l'air entre des électrodes de cadmium et attribuée par quelques auteurs à ce métal; enfin, une faible raie (λ, 466) dans l'indigo.

» Les présentes recherches ont été facilitées par des essais que M. Cornu m'a autorisé à faire dans son laboratoire. Je lui en exprime ma vive reconnaissance. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les aciers au nickel. Propriétés métrologiques.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. A. Cornu.

« La dilatation presque nulle de quelques aciers au nickel, indiquée dans une précédente Note (*Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 176; 25 janvier 1897), constitue une anomalie remarquable et qu'aucun autre alliage n'avait montrée jusqu'ici. Son importance, au point de vue spécial de la construction des instruments de toutes sortes, m'a engagé à poursuivre l'étude de ces alliages en commençant par celles de leurs propriétés qui présentent le plus d'intérêt dans la Métrologie.

» *Remarques générales.* — Les aciers qui ont été préparés dans les aciéries d'Imphy [1] possèdent une homogénéité plus grande que celle de la plupart des métaux usuels. Lorsqu'on descend franchement au-dessous de la couche superficielle, toujours un peu craquelée, des barres brutes, on arrive à un métal parfaitement sain, prenant un beau poli, sans aucune piqûre visible avec un grossissement de 80 diamètres. Les traits de quelques microns de largeur, pratiqués sur ces surfaces, sont d'une parfaite régularité.

» La résistance à l'attaque de l'eau augmente avec la teneur en nickel. Déjà les alliages les moins dilatables, qui contiennent environ 36 pour 100 de nickel, sont suffisamment inattaquables pour qu'une règle divisée puisse être abandonnée pendant des mois, dans une atmosphère saturée d'humidité, sans prendre de taches de rouille. Dans les mesures de dilatation, les règles séjournaient pendant des heures dans l'eau tiède et n'ont jamais été essuyées, lorsqu'on les retirait de l'eau; elles ont pu rester ensuite pendant un temps prolongé dans la vapeur d'eau bouillante sans que les traits tracés sur des surfaces polies fussent détériorés.

---

[1] Mes recherches ont été beaucoup facilitées par l'extrême obligeance de MM. Adenot, directeur, Girin, ingénieur principal, et Dauphin, ingénieur des aciéries d'Imphy; je prie ces Messieurs d'agréer mes meilleurs remercîments.

» Les surfaces brutes, en revanche, se couvrent en quelques jours, dans la vapeur, d'une couche de rouille continue mais peu adhérente. Il faut surtout éviter avec soin le commencement de l'attaque. Une tache d'encre produit un léger dépoli qui s'accentue dans l'eau.

» Tous ces alliages sont très sensibles à l'acide chlorhydrique; le voisinage d'une soudure mal lavée peut provoquer une attaque importante des surfaces.

» *Densité. Élasticité.* — Le module d'élasticité des règles a été déterminé à l'aide d'un appareil employé autrefois par M. Benoît.

» La barre à examiner, placée sur deux rouleaux, supporte en son milieu un plateau que l'on charge de poids croissants. On mesure, à l'aide de trois cathétomètres, la flèche et l'écrasement des supports. Les mesures ont été faites sur les règles brutes, pour des distances des points de support égales à $0^m,9$ et $1^m,1$ et dans deux positions rectangulaires des barres. Les efforts fléchissants ont atteint 60^{kg} ou 80^{kg}. La plupart des mesures ont été répétées sur les barres rabotées.

» Les densités ont été mesurées par des pesées hydrostatiques.

» Les résultats de ces mesures sont consignés dans le Tableau suivant :

Alliages.	Densités à 0°.	Modules d'élasticité en tonnes par millimètre carré.	Alliages.	Densités à 0°.	Modules d'élasticité en tonnes par millimètre carré.
0 p. 100......	7,813	22,0 (1)	30,8 p. 100...	8,049	16,0
5............	7,787	21,7	31,4 (2)......	8,008	15,5
12,4 + 1 Cr....	7,892	19,0	34,6 (2)......	8,066	15,1
16,8 + 1 Cr....	7,892	18,3	36,1..........	8,098	14,7
19 (2).........	7,913	17,7	36,4..........	8,082	14,9
22............	7,903	19,1	36,6..........	8,086	15,0
22 + 3 Cr.....	8,034	19,7	37,5..........	8,005	14,7
24............	8,111	19,3	39,5..........	8,076	14,9
26,2..........	8,096	18,5	44,5..........	8,120	16,4
28............	»	18,1	100...........	8,852	21,6

» Si l'on porte en abscisses les teneurs en nickel, en ordonnées les den-

(1) Acier à outils.

(2) Ces alliages avaient été désignés dans ma première Note comme contenant respectivement 20, 32 et 35,5 pour 100 de nickel; la nouvelle analyse de ce dernier déplace légèrement le minimum de dilatation.

sités, on n'aperçoit pas à première vue de relation bien nette entre ces deux variables; mais si l'on trace la droite des densités calculées par la loi des mélanges, on voit, malgré une grande irrégularité des résultats, que les densités sont trop fortes pour les alliages les plus dilatables, trop faibles pour ceux qui présentent l'anomalie négative.

» Pour le module d'élasticité, une relation analogue ressort bien plus nettement des diagrammes. Sa valeur s'abaisse lentement jusque vers l'alliage à 20 pour 100 de nickel, se relève ensuite, passe par un maximum relatif, redescend vers un minimum et remonte ensuite lentement. Le maximum et le minimum sont bien accusés et coïncident sensiblement avec ceux de la dilatation; ils correspondent à l'excès et au défaut de densité, trop irréguliers d'ailleurs pour qu'on puisse parler d'un maximum ou d'un minimum de cette propriété. Je me propose de revenir sur la variation simultanée de ces trois propriétés dans quelques-uns des alliages étudiés.

» *Variations permanentes.* — La plupart des barres ont été soumises à des recuits divers; les longueurs étaient mesurées dans les intervalles des chauffes. Ces études ont été poursuivies avec un soin particulier pour les alliages les moins dilatables.

» J'ai constaté d'abord que des recuits à 100° produisent une contraction des alliages d'une teneur inférieure à 25 pour 100 de nickel, alors que les alliages supérieurs s'allongent sous la même action ([1]). Les allongements suivent d'abord une loi exponentielle avec le temps, puis diminuent ensuite plus rapidement. A partir de 30 pour 100, la valeur de l'exposant diminue rapidement à mesure qu'on élève la teneur en nickel.

» La longueur définitive que prend la barre dépend de la température du recuit; elle est atteinte d'autant plus rapidement, mais l'allongement total est d'autant *moindre* que la température est plus élevée.

» Il en résulte ce fait curieux qu'une règle, recuite à fond à une température déterminée, continue à s'allonger lorsqu'on la maintient à une température plus basse.

» Pour les alliages à 36 pour 100 de nickel, le recuit semble complet en vingt heures à 150°, en cent heures à 100°, en trois cents heures à 60°, en sept cents heures à 40°; à la température ordinaire, les allongements ont pu être suivis pendant deux mois, après quoi ils sont devenus insensibles.

([1]) L'alliage à 44 pour 100 a seul montré une contraction très faible (de $1^{\mu},5$ en deux cent dix-huit heures à 100°, réparties sur quarante-six jours), due probablement à la superposition de deux effets distincts.

Le carbone ne semble pas avoir une influence bien considérable sur les variations produites par le recuit.

» Ces mouvements, d'ailleurs de peu d'amplitude, présentent une grande analogie (au signe près) avec ceux du zéro des thermomètres; l'abaissement temporaire a été observé aussi sur des barres recuites à une certaine température et chauffées pendant quelques heures à une température plus élevée. »

PHYSIQUE. — *Nature des diverses espèces de radiations produites par les corps sous l'influence de la lumière.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. d'Arsonval.

« Lorsque la lumière frappe un corps quelconque, elle engendre deux ordres de radiations obscures qui mélangent parfois leurs effets dans certaines expériences, notamment dans celles relatives à la polarisation et à la réfraction, et qu'il importe, par conséquent, de nettement séparer.

» Le premier ordre de radiations est simplement constitué par de la lumière ordinaire qui reste à l'état de résidu sur les corps illuminés, Cette lumière résiduelle, étudiée jadis au point de vue photographique par Niepce de Saint-Victor, est identique à la phosphorescence, dont elle ne diffère que par son invisibilité. Me proposant, dans une prochaine Note, de faire voir que cette lumière invisible se réfracte et se réfléchit comme la lumière ordinaire, je ne m'en occuperai pas davantage aujourd'hui.

» En dehors de cette charge résiduelle, les corps frappés par la lumière produisent une seconde classe de radiations très différentes. Ce sont elles que j'ai étudiées dans mes premières Notes sur la *lumière noire*.

» Les propriétés les plus caractéristiques de ce mode intermédiaire de l'énergie sont les suivantes. Les radiations obscures engendrées par la lumière tombant à la surface des corps déchargent l'électroscope et ne le chargent pas. Elles traversent les écrans électriques. Elles impressionnent les plaques photographiques à travers les corps opaques.

» Les expériences électroscopiques exigeant un exposé détaillé qui sera fait bientôt, je me bornerai aujourd'hui à les résumer en disant que tous les corps, métaux ou substances organisées, frappés par la lumière, donnent naissance à des radiations jouissant de la propriété de produire la décharge de l'électroscope. Pour les uns, la décharge est plus rapide si l'instrument a reçu une charge négative; pour les autres, le sens de la charge est indifférent. La seule différence que présentent les corps réside

dans la rapidité de la décharge. Une plaque de zinc, amalgamée depuis quelques minutes, posée sur le plateau d'un électroscope chargé négativement ou même agissant à petite distance par rayonnement sur le plateau (charge positive dans ce second cas), produit une décharge de 10° en deux secondes. L'aluminium frotté à l'émeri produit la même décharge en cinq secondes. Une feuille d'argent demande plus d'une heure.

» Les radiations qui déchargent l'électroscope ne possèdent pas la propriété de le charger, même après une exposition prolongée à la lumière [1], mais elles possèdent la propriété de traverser les écrans électriques. Si l'on pratique, dans la cage de Faraday enveloppant l'électroscope, une fenêtre fermée par une feuille de zinc ou d'aluminium de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur longtemps nettoyée, et qu'on expose le métal à la lumière, on obtient une décharge très lente (2° ou 3° par heure, déduction faite de la perte de l'instrument, mesurée avant et après chaque opération).

» Ces expériences suffisent à prouver que les radiations engendrées par les corps frappés par la lumière ne sauraient être confondues avec de l'électricité. Ces radiations se rapprocheraient plutôt par quelques-unes de leurs propriétés des rayons X, mais elles en diffèrent par plusieurs points fondamentaux, et notamment par leur mode de propagation.

» La propriété que possèdent ces radiations d'impressionner les plaques photographiques à travers des corps opaques se constate très aisément par les nouvelles expériences que je vais indiquer. M. le professeur de Heen m'a beaucoup aidé dans ces recherches. C'est lui qui a constaté qu'une des conditions essentielles de réussite était de voiler légèrement la plaque avant son exposition. Le voile, qui se produit toujours plus ou moins par le fait seul qu'on manie la plaque sensible devant la lanterne rouge du laboratoire, est généralement insuffisant. Il faut avoir recours à la lumière d'une bougie pendant un très court moment.

» Pour faire disparaître toutes les objections opposées à mes précédentes expériences : chaleur, pression, lumière infiltrée, etc., il fallait trouver le moyen de mettre l'objet à reproduire en dehors du châssis. C'est ce dispositif que réalise l'expérience suivante :

» On prend un châssis 9×12 pour positifs, et l'on remplace sa plaque de verre par une plaque d'ébonite polie ayant $\frac{5}{10}$ à $\frac{7}{10}$ de millimètre d'épais-

---

(1) Les charges infiniment petites que l'on a constatées sous l'influence de la lumière à la surface des conducteurs ne dépassent pas l'ordre de grandeur des forces électromotrices de contact, c'est-à-dire l'ordre du volt, et ne pourraient, par conséquent, jouer aucun rôle dans nos expériences.

seur. Sur la face extérieure de cette plaque, c'est-à-dire sur la face tournée vers la lumière, on pose ou l'on colle, pour éviter leurs déplacements, des lettres découpées dans une feuille de métal (zinc, aluminium, platine ou étain, par exemple) de $\frac{1}{2}$ millimètre d'épaisseur. Puis, dans l'obscurité du laboratoire, on retire de son paquet une plaque sensible (1) qu'on voile légèrement en ouvrant et en refermant rapidement la lanterne. On l'introduit ensuite dans le châssis dont les lettres métalliques sont, comme on le voit, séparées de la plaque sensible par la feuille d'ébonite, et il ne reste plus qu'à exposer au jour et à l'ombre pendant trois heures (2). Après le développement, on obtient l'impression en noir intense des lettres se détachant sur un fond clair. C'est donc, comme on le voit, sur les parties qui, théoriquement, auraient dû être le mieux protégées contre l'action de la lumière, que s'est faite l'impression.

» Cette expérience, répétée à la Sorbonne sous les yeux de M. le professeur Lippmann par ses préparateurs, a toujours réussi.

» La même expérience répétée dans une étuve obscure, chauffée à 40°, ne donne aucun résultat. Elle réussit toujours, au contraire, à la lumière par une température voisine de 0°. La chaleur ne saurait donc être invoquée pour expliquer ce phénomène. On ne saurait davantage l'attribuer à l'action de l'électricité ordinaire. Les expériences électroscopiques, dont j'ai donné plus haut le résumé, montrent, en effet, que ces radiations jouissent de propriétés tout à fait différentes de celles de l'électricité.

» La même expérience peut être réalisée en enfermant les lettres métalliques ou d'autres corps quelconques dans une boîte d'ébonite entièrement close. On obtient une silhouette très nette des objets enfermés dans la boîte sur une plaque sensible placée sous cette boîte.

» L'ébonite peut être remplacée par un corps opaque quelconque; mais l'exposition à la lumière devient alors très longue et il est parfois nécessaire de faire intervenir une température élevée, ce qui n'est jamais le cas avec l'ébonite.

---

(1) Toutes les marques de plaques, les plaques rapides surtout, ne sont pas impressionnées par ces radiations. On obtient des succès tout à fait constants avec les pellicules Carbutt. Les plaques lentes pour reproduction Graffe et Jougla réussissent assez bien dans la plupart des cas.

(2) Si l'impression était faite au soleil, et trop prolongée, il pourrait arriver, non seulement qu'on n'eût pas d'image, mais encore que le voile fût détruit entièrement. Les radiations obscures agissent, dans ce cas, en sens inverse de la lumière.

» En éclairant le châssis avec les diverses couleurs du spectre, la lumière rouge m'a toujours semblé la plus active.

» Je ferai remarquer, en terminant, que s'il est vrai, comme je tente de le montrer depuis longtemps, que toutes les fois que les corps sont frappés par la lumière, ils engendrent une forme particulière d'énergie, il s'ensuit que ce mode d'énergie si peu connu encore se trouve être pourtant un des plus répandus dans la nature. »

ÉLECTRICITÉ. — *Oscillographe à induction.* Note de M. **H. Abraham** [1], présentée par M. Violle.

« Méthode. — La déviation de l'équipage mobile d'un galvanomètre satisfait à l'équation

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + A\frac{d\theta}{dt} + C\theta = Gi, \tag{1}$$

où figurent la force d'inertie $K\frac{d^2\theta}{dt^2}$, la force de frottement $A\frac{d\theta}{dt}$, la force directrice $C\theta$ et la force motrice Gi proportionnelle à l'intensité du courant i, qui circule dans le galvanomètre.

» Si ce courant i était précisément le courant I que l'on veut enregistrer, on chercherait à assurer la proportionnalité entre θ et I en rendant négligeables l'inertie et l'amortissement [2]. Mais voici une solution nouvelle et plus complète du problème.

» Disons, tout d'abord, que nous employons le galvanomètre à cadre mobile, plus sensible que le galvanomètre à aimants.

» Il est certain que θ sera, à chaque instant, proportionnel à la valeur actuelle de I, si l'on fait en sorte que les courants I et i soient liés par une équation de même forme que l'équation (1):

$$K\frac{d^2I}{dt^2} + A\frac{dI}{dt} + CI = \lambda i. \tag{2}$$

» Or, on peut arriver à ce résultat en faisant intervenir, par exemple, les phénomènes d'induction.

» Le courant I agit par induction sur un circuit auxiliaire. Le courant in-

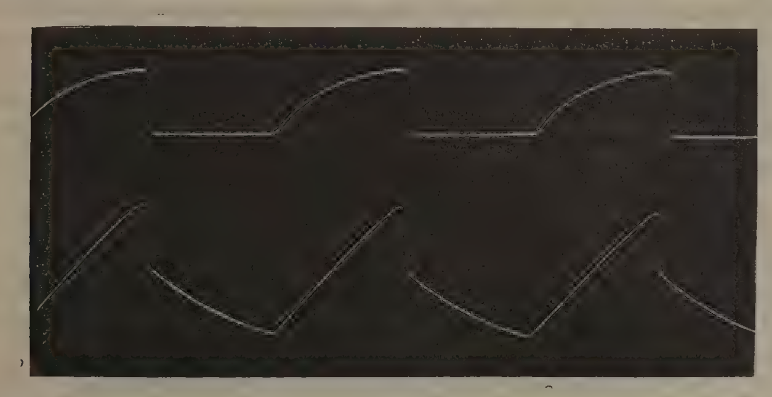
---

(1) Cette Note a été présentée à l'Académie dans la séance du 29 mars dernier.
(2) Blondel, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 502 et 748 (1893, I).

duit est alors proportionnel à la dérivée première $\frac{dI}{dt}$, si les forces électromotrices d'induction propre sont rendues négligeables. Ce courant auxiliaire agit à son tour de la même manière sur le circuit qui contient le galvanomètre et y induit le courant i qui va donc varier comme $\frac{d^2I}{dt^2}$.

» Maintenant, pour que l'expression de i contienne un terme en $\frac{dI}{dt}$, il nous suffit de laisser subsister une certaine induction mutuelle entre le circuit du courant primitif I et le circuit du galvanomètre. Quant au terme en I, il sera dû à une connexion directe de ces deux circuits.

» On règle expérimentalement les termes en $\frac{dI}{dt}$ et en I, en s'aidant de la forme des courbes obtenues lors de l'établissement d'un courant permanent et lors de sa rupture. C'est ce que l'on voit sur la figure ci-contre, gravée d'après un décalque du cliché original effectué avec le plus grand soin par M. P. Dujardin.



Période : 1 centième de seconde.

» Le courant interrompu servant à l'entretien d'un diapason est enregistré par l'appareil. L'une des courbes correspond à un terme en $\frac{dI}{dt}$ trop grand. Pour l'autre, le réglage a été légèrement dépassé dans l'autre sens.

» Discussion. — J'indiquerai trois points importants :

» 1° Notre théorie suppose essentiellement que les forces électromotrices d'induction propre soient négligeables devant les forces électromotrices d'induction mutuelle.

Il faut, pour cela, que les enroulements employés aient des constantes de temps $\frac{L}{R}$ très petites. On descend aisément au-dessous du cent-millième de seconde. Néanmoins, cette condition limitera toujours la rapidité des indications de l'appareil. On démontre, du reste, que, pour une rapidité d'indications donnée, la sensibilité de l'oscillographe est maximum quand la bobine mobile a un moment d'inertie égal à celui des organes qui l'accompagnent, et quand les circuits auxiliaires ont même induction propre et même résistance que cette bobine.

» 2° La rotation du cadre, dans le champ magnétique, y induit une force électromotrice proportionnelle à la vitesse angulaire $\frac{d\theta}{dt}$. Mais le terme qui en résulte dans les équations pourra être joint au terme de même espèce de l'équation (1) et compensé, avec lui, par le terme en $\frac{dI}{dt}$ de l'équation (2). Il est bon de conserver une certaine importance à ces forces d'amortissement pour supprimer les trépidations accidentelles de l'équipage mobile.

» 3° Les équations présentent une singularité quand le courant I suit une loi de variation identique à celle que suivrait l'oscillation libre du galvanomètre si le courant I n'existait pas : il y aura alors *résonance* (1) si le réglage préalable n'est pas rigoureusement parfait. On écarte cette circonstance en rendant les oscillations propres du galvanomètre *plus lentes* que les variations à enregistrer.

» Réalisation pratique de l'appareil. — M. Carpentier, qui lui a apporté personnellement tous ses soins, a fort habilement construit le galvanomètre, qui est la partie délicate de l'appareil.

» Dans le champ magnétique créé par un électro-aimant se trouve la bobine mobile parfaitement équilibrée. Le fil de torsion *roule* sur des coussins fixes qui empêchent les déplacements transversaux et les mouvements de bascule de l'équipage mobile sans nuire à sa mobilité autour du fil.

» Outre les circuits auxiliaires, rassemblés sur une planchette indépendante, nous avons enfin un dispositif d'enregistrement :

» Un point lumineux (arc électrique diaphragmé) envoie horizontalement un faisceau de rayons sur un miroir plan vertical qui le fait tourner d'un angle droit pour le réfléchir sur le miroir concave du galvanomètre, le reprendre ensuite et envoyer l'image du point lumineux impressionner une plaque photographique fixe (9×12); quelques écrans noirs dispensent d'opérer dans une salle obscure.

» Le miroir plan oscille avec un petit pendule qui le porte, et n'est utilisé qu'au moment où sa vitesse de rotation, voisine d'un maximum, est extrêmement constante. Le mouvement du miroir du galvanomètre se faisant autour d'un axe vertical, la com-

---

(1) Voir Cornu, *Sur un théorème reliant la théorie de la synchronisation à celle des résonances* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 313; 1894).

binaison des deux déplacements de l'image fournit définitivement la courbe du courant I (¹).

» Nous terminerons en faisant observer que le contrôle des indications de l'appareil se trouve dans la figure reproduite plus haut, où l'on voit le galvanomètre revenir immédiatement au zéro. On peut s'assurer qu'il y a un très léger retard : il est dû, pour la plus grande part, à la durée même de l'étincelle de rupture (²). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation de l'état électrique des hautes régions de l'atmosphère, par beau temps.* Note de M. **G. Le Cadet**, présentée par M. Mascart.

« Le 24 mars dernier, j'ai repris, sous la conduite de M. A. Boulade, de Lyon, l'étude de l'électricité atmosphérique dans les hautes régions de l'atmosphère (³). Le but principal de cette ascension était d'essayer l'emploi d'un nouveau dispositif comme collecteur d'électricité. Celui-ci est formé de mèches en papier au nitrate de plomb, allumées à l'aide d'un briquet convenable et descendues ensuite au-dessous de la nacelle, à des distances différentes pour chacune d'elles, mais toutes deux supérieures à 30^m, au moyen de deux fils de laiton gradués qui les relient à l'électromètre différentiel après s'être enroulés chacun sur un treuil léger isolé par un pain de soufre tourné de 12^{cm} de diamètre et de 3^{cm} d'épaisseur.

» Si la mèche est assez bien préparée pour qu'il ne subsiste nulle part, sur le cône incandescent, ni cendre, ni pellicule de résidu, le débit électrique est grand et la mise en équilibre rapide et sûre; d'autre part, sa mise en ignition dans l'intérieur de la nacelle ne présente aucun danger si elle est faite avec un briquet analogue à celui que j'ai employé. J'avais étudié, d'ailleurs, ce point fort important par une série nombreuse d'expériences préalables faites soit à l'observatoire, soit à l'usine à gaz.

» Dans ces conditions nouvelles, le poids total de l'appareil et de sa provision de mèches est de 2^{kg}, tandis que, dans nos anciennes expériences, le poids mort à emporter était de 80^{kg}; c'est là un avantage consi-

---

(¹) Une modification évidente des circuits permet l'inscription des variations d'un *flux magnétique*.

(²) Laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

(³) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 729.

dérable. La légèreté et l'exiguïté de l'appareil en procurent un autre non moins important : à savoir la facilité avec laquelle on peut isoler les collecteurs, les éloigner du ballon et l'un de l'autre verticalement pour les mesures, sans faire sensiblement varier la capacité d'ailleurs très faible de l'ensemble et le temps très court de la mise en équilibre.

» Quant aux résultats électriques de cette ascension, ils sont les suivants : le champ électrique mesuré au départ (11^h matin), à l'usine à gaz et à l'observatoire, était de :

Observatoire.................	Alt. = 300^m	Champ = 156^v
Terre-plein de l'usine à gaz..	Alt. = 175^m	Champ = 225^v

et le Tableau suivant donne les valeurs successives obtenues pendant l'ascension ([1]) :

A 30^m au-dessous de la nacelle.

Δn = Distance verticale des collecteurs = 5^m.

Heure.	Altitude absolue.	ΔV.	$\frac{\Delta V}{\Delta n}$.
$1^h 12^m$ soir.......	1680^m	$+140^v$	$+28^v$
1.15...........	1700	158	32
1.17...........	1780	149	30
1.19...........	1810	155	31
1.20...........	1850	158	32
1.22...........	1880	145	29
1.23...........	1900	149	30
1.40...........	2200	149	30
1.51...........	2300	145	29

» On peut donc considérer la valeur du champ comme constante pendant toute la durée des mesures, et adopter, pour cet intervalle de temps, sa valeur moyenne : $+ 30^v$ à la hauteur moyenne de 1850^m.

» Or, l'électromètre enregistreur de l'observatoire (réduit au plan avec les mèches) donne, pendant le même intervalle, une valeur moyenne de $+ 118^v$; d'où cette seconde conclusion : le champ électrique est certainement plus faible au-dessus de 1500^m d'altitude dans l'atmosphère que sur le sol inférieur supposé plan. »

([1]) Un petit accident, arrivé à l'un des fils au moment du départ, a empêché de commencer les mesures aussitôt qu'on l'aurait voulu.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouvel oxyde de phosphore, l'oxyde phosphoreux* P^2O. Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« L'hydrogène phosphoré gazeux PH^3 ne réagit pas sur le chlorure de phosphoryle $POCl^3$ chauffé progressivement jusqu'à sa température d'ébullition, ainsi que l'a signalé Schiff. Cependant, on remarque que, pour peu que $POCl^3$ renferme en dissolution une petite quantité de HBr, la réaction s'établit quand on chauffe au bain-marie vers 50°; en principe, une quantité très petite de HBr suffit à amorcer la réaction et à l'entretenir, car ce corps se trouve constamment régénéré; cependant, dans la pratique, il finit par disparaître par volatilisation à l'état de PH^4Br et la réaction prend fin. On constate qu'un corps solide jaune rougeâtre a pris naissance au sein de $POCl^3$ en même temps qu'il y a eu dégagement de HCl.

» La réaction de PH^3 se fait aisément si l'on remplace $POCl^3$ par des dérivés bromés de ce corps [dérivés que l'on obtient facilement en dirigeant sur une colonne de pierre ponce chauffée un courant de HBr entraînant des vapeurs de $POCl^3$ (*Comptes rendus*, 30 mars 1896)]; elle s'établit quand on chauffe au bain-marie vers 50° et se poursuit avec dégagement de HCl, HBr et formation du précipité jaune rougeâtre précédemment signalé.

» On obtient encore le même corps dans l'action de PH^4Br sur $POCl^3$ en tube scellé vers 50°; à froid, les deux corps restent au contact sans réagir.

» Comme le maniement de PH^4Br n'est pas aisé (il s'enflamme souvent spontanément à l'air), on peut en déterminer la synthèse au sein même de $POCl^3$, en dissolvant HBr bien sec dans ce corps refroidi par un mélange réfrigérant, puis faisant passer un courant de PH^3 sec; PH^4Br se condense sous forme d'un corps solide blanc cristallin. Quand on chauffe ensuite progressivement au bain-marie en vase clos, il change de teinte et passe à la couleur jaune rougeâtre; à l'ouverture du tube, il se dégage en abondance HCl et HBr.

» Le corps solide jaune rougeâtre formé dans les différentes réactions précédemment signalées, étant purifié, présente la composition P^2O; il s'est formé en vertu de l'équation $POCl^3 + PH^4Br = 3HCl + HBr + P^2O$, HBr n'est qu'un intermédiaire nécessaire pour que la réaction $POCl^3 + PH^3 = P^2O + 3HCl$ puisse s'accomplir.

» Le produit solide, séparé de $POCl^3$ en excès par filtration sur de l'amiante, lavé avec $POCl^3$ pur, puis chauffé à 100° dans le vide jusqu'à ce que toute trace de distillation de liquide ait disparu, renferme quelques centièmes de chlore qu'un épuisement systématique pendant plusieurs heures par CS^2 bouillant ne suffit pas à enlever.

» Le traitement suivant a permis de purifier ce corps : le produit brut est réchauffé

à 100° en tube scellé pendant quelques heures avec $POCl^3$ pur; après filtration dans le vide, on épuise systématiquement par CS^2 bouillant, puis on lave à l'eau bouillante, et l'on dessèche dans le vide, d'abord à froid sur l'acide sulfurique, puis à 100°.

» L'analyse de la substance, à divers états de pureté, a donné les résultats :

	I.	II.	III.	IV.	Théorie pour P^2O.
P pour 100.....	75,82	76,61	78,04	79,88	79,49

» Elle ne renferme pas d'hydrogène en quantité appréciable, mais des traces de chlore.

» L'oxyde phosphoreux P^2O est un corps solide, pulvérulent, jaune rougeâtre, très léger, stable sous l'action de la chaleur jusqu'au delà de 100°; maintenu pendant quelques heures dans le vide vers 135°, il perd une notable proportion d'oxygène, et sa teneur en phosphore s'élève jusqu'à 90 et 95 pour 100. Il est combustible quand on l'enflamme à l'air et réagit sur l'acide nitrique concentré à la façon du phosphore.

» Le gaz chlore réagit sur P^2O à la température ordinaire avec incandescence; la réaction peut être modérée en opérant en présence d'un liquide tel que CCl^4; il y a formation de PCl^5 ou PCl^3, suivant que Cl ou P^2O est en excès, mais la présence d'un oxychlorure de phosphore dans le produit de la réaction n'a pu être constatée, même en opérant au sein d'un mélange réfrigérant. Au contraire, dans l'action de Br en solution CCl^4, il se forme très nettement un mélange de $POBr^3$ ($f = 56°$) avec PBr^5 ou PBr^3, suivant que Br ou P^2O est en excès; l'iode réagit aussi à froid en présence de CCl^4, il n'y a formation que de PI^2 (I en léger excès) sans oxyiodure.

» L'oxyde phosphoreux pourrait être envisagé comme un anhydride de l'acide hypophosphoreux $P^2O + 3H^2O = 2(PO^2H^3)$; cependant, ce corps ne s'hydrate pas à froid en présence de l'eau ou d'une solution alcaline étendue. Chauffé pendant vingt-quatre heures en tube scellé avec de l'eau à 100°, il n'y a formation ni d'acide hypophosphoreux, ni d'hydrogène phosphoré; la liqueur renferme une trace d'acide phosphoreux provenant de l'absorption de l'oxygène de l'air contenu dans le tube

$$P^2O + O^2 + 3H^2O = 2PO^3H^3$$

(il y a diminution de pression intérieure). Si l'on élève la température à 130°-140° pendant une heure environ, le tube scellé ayant été au préalable vidé d'air, il y a encore formation d'un peu d'acide phosphoreux mais l'atmosphère du tube renferme de l'hydrogène phosphoré. Ces résultats ne sauraient donc faire considérer le présent corps comme l'anhydride hypo-

phosphoreux; il se comporte vis-à-vis de l'acide hypophosphoreux comme l'oxyde azoteux vis-à-vis de l'acide hypoazoteux dont il peut être envisagé comme un anhydride ($Az^2O + H^2O = Az^2O^2H^2$).

» A côté de l'oxyde phosphoreux, qui forme le produit principal de l'action de PH^4Br sur $POCl^3$, on trouve encore des produits accessoires dont on reconnaît la formation de la façon suivante :

» Si l'on chauffe la liqueur-mère, dont on a séparé P^2O par filtration, progressivement dans le vide jusqu'à 100°, en maintenant cette température pendant un temps suffisant, il passe à la distillation, d'abord $POCl^3$ en excès puis, vers 100°, un liquide plus épais qui présente les propriétés du chlorure de pyrophosphoryle, auquel Geuther et Michaelis ont attribué la formule $P^2O^3Cl^4$; il reste enfin dans la cornue du chlorure de métaphosphoryle PO^2Cl.

» L'iodure de phosphonium PH^4I réagit sur $POCl^3$ d'une façon toute différente de PH^4Br; la réaction s'établit au-dessous de 100° avec dégagement de HCl, formation de P^2I^4, de phosphore rouge qui retient énergiquement jusqu'à 15 pour 100 d'iode, même après épuisement méthodique par CS^2 bouillant pendant vingt-quatre heures. Le liquide restant renferme $POCl^3$ en excès et du chlorure de métaphosphoryle ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure de métastannyle*. Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Schützenberger.

« I. On sait que les caractères analytiques du chlorure stannique sont différents suivant que, d'une part, on opère sur une dissolution récente de chlorure stannique anhydre (solution dite de l'α-chlorure, que je désignerai simplement sous le nom de *chlorure stannique*) ou que, d'autre part, cette dissolution est ancienne ou provient de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'acide métastannique (solutions du β-chlorure). Il est impossible toutefois de dégager, des données fournies par les *Traités d'analyse*, des réactions du β-chlorure précises, propres à l'enseignement.

» II. Les Mémoires originaux ne jettent aucun jour sur le sujet. Berzélius distingua les deux oxydes stanniques, appelés aujourd'hui *acides stannique* et *métastannique*, par la différence de propriétés suivantes : l'acide stannique donne avec l'acide chlorhydrique une solution de chlorure stannique; l'acide métastannique ne se dissout pas dans l'acide chlorhydrique, mais forme avec lui une combinaison soluble dans l'eau, que l'acide chlor-

---

([1]) Laboratoire de Chimie de l'Université de Caen.

hydrique reprécipite de sa solution. Pour Gay-Lussac, le seul caractère que Berzélius assigne à l'acide stannique convient aussi à l'acide métastannique. Ainsi, dès l'origine, se manifeste une divergence, sur une question de fait, entre deux observateurs aussi pleins de sagacité que Berzélius et Gay-Lussac; pareille divergence s'est poursuivie entre les expérimentateurs à peu près sur tous les points de la question.

» III. Les idées émises sur la cause des différences de propriétés des solutions de chlorure stannique sont les suivantes :

» D'après H. Rose, les solutions du β-chlorure résultent d'une dissolution d'acide métastannique dans l'acide chlorhydrique, sans qu'il y ait combinaison entre les deux corps.

» Weber les considère comme formées par une dissolution d'acide stannique dans le chlorure stannique.

» La plupart des auteurs admettent l'existence de deux chlorures isomériques, bien qu'une semblable isomérie échappe à toute explication.

» M. Schützenberger, dans son remarquable *Traité de Chimie,* considère le β-chlorure comme une chlorhydrine de l'acide métastannique, idée que confirment mes recherches.

» IV. Pour préciser les caractères du β-chlorure, il était donc indispensable d'isoler ce composé, ce qui semblait facile. J'ai démontré, en effet, autrefois que le chlorure stannique forme avec l'acide chlorhydrique un acide chlorostannique très soluble, dont l'étude a été reprise par M. Seubert; d'autre part, d'après Berzélius, l'acide chlorhydrique précipite le β-chlorure de ses solutions. Cette différence de propriété me permit effectivement d'isoler un chlorure différent du chlorure stannique; mais les produits obtenus dans les diverses préparations n'étaient pas identiques.

» J'ai donc dû multiplier les expériences, tenir compte de toutes les circonstances qui accompagnent les préparations, grouper des faits nombreux, pour arriver à faire ressortir de ces faits une conclusion, qui est la suivante : Il existe deux β-chlorures distincts auxquels répondent deux acides métastanniques distincts. Cette conclusion et les difficultés rencontrées expliquent pourquoi le β-chlorure n'a pas été isolé depuis soixante-quinze ans qu'il a été signalé par Berzélius (1812); elles expliquent aussi les contradictions mentionnées entre les expérimentateurs.

» V. L'un de ces β-chlorures se prépare par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'acide métastannique obtenu dans les conditions suivantes : On immerge dans de l'acide azotique ($D = 1,3$ à $1,4$) des baguettes d'étain d'un demi-centimètre environ de diamètre; l'attaque a lieu lentement sans élévation notable de la température. On lave par décantation le pré-

cipité obtenu et on le dessèche à l'air. Sa composition répond alors à une formule du type $(SnO^2)^n, (H^2O)^{2n}$.

» On ajoute à 400gr de ce produit 100cc d'acide chlorhydrique à 22° B., quantité qui ne correspond pas à une molécule d'acide chlorhydrique par molécule d'oxyde stannique; il ne peut donc se former exclusivement un ou plusieurs tétrachlorures $SnCl^4$, dans la réaction. On mélange intimement. Après un quart d'heure environ, on obtient une solution complète. On étend la masse, d'apparence gommeuse, de 200cc d'eau et l'on filtre.

» On ajoute au liquide filtré son volume d'acide chlorhydrique; on obtient ainsi un précipité blanc, amorphe, très fin, qu'on laisse déposer pendant douze heures au moins. Le liquide surnageant renferme de notables proportions de chlorure stannique; l'acide métastannique ayant servi à la préparation renfermait donc de l'acide stannique. On lave le précipité, par décantation, avec de l'acide chlorhydrique à 22° B. étendu de son volume d'eau, puis on le dessèche d'abord sur des assiettes de porcelaine dégourdie, puis dans le vide en présence d'acide sulfurique et de fragments de potasse, de manière à enlever l'acide chlorhydrique en même temps que l'eau.

» Par sa dessiccation, ce précipité s'agglomère en masses translucides, déliquescentes dans l'air humide, solubles dans peu d'eau et dans l'alcool absolu. La dissolution concentrée de ce β-chlorure peut être étendue d'eau, sans se décomposer, si l'on y ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Cette nouvelle solution convient à l'examen des caractères analytiques du composé; l'acide chlorhydrique en excès la précipite. Lorsqu'on dilue la solution concentrée de beaucoup d'eau, sans l'aciduler, elle ne tarde pas à se décomposer, par hydrolyse, en une masse gélatineuse qui, après lavage et dessiccation, est susceptible de se combiner avec l'acide chlorhydrique, pour régénérer le chlorure dont elle provient.

» Les analyses conduisent à assigner respectivement, au chlorure et au composé résultant de son hydrolyse, les formules : $Sn^5O^9Cl^2, 4H^2O$ et $Sn^5O^{11}H^2, 4H^2O$; ce dernier corps est l'acide métastannique de Fremy. Sa transformation en chlorure a lieu d'après l'équation

$$Sn^5O^{11}H^2 + 2HCl = 2H^2O + Sn^5O^9Cl^2.$$

» Le chlorure obtenu est donc du chlorure de métastannyle. L'acide métastannique qui, en présence des bases fortes, se comporte comme un acide bibasique, joue donc aussi le rôle d'une base biacide, en présence des acides forts. On peut le transformer en un métastannate, l'isoler de ce sel, le transformer en chlorure de métastannyle, le précipiter de la so-

lution du chlorure par hydrolyse, ou par addition de fragments de marbre si la solution est fortement acide, et régénérer le métastannate.

» Le chlorure stannique en solution étendue se transforme lentement en chlorure de métastannyle, d'où le changement dans les réactions que présentent les solutions anciennes :

$$5 SnCl^4 + 9 H^2O = Sn^5O^9Cl^2 + 18 HCl.$$

» Le métachlorure diffère complètement des oxychlorures ordinaires. On obtient des oxychlorures stanniques en dissolvant de l'acide stannique dans une solution de chlorure stannique. L'acide chlorhydrique ne précipite pas ces oxychlorures de leur solution, mais transforme l'excès d'oxyde en chlorure stannique.

» Le métachlorure, en solution acidulée par l'acide chlorhydrique, présente des réactions analytiques différentes de celles du chlorure stannique; c'est là, ce me semble, un fait unique en Chimie. Je noterai seulement ici que l'acide sulfurique étendu ne précipite pas les solutions du chlorure métastannique, caractère qui, d'après H. Rose, distingue essentiellement le β-chlorure. Il est vrai que H. Rose, après avoir donné ce caractère distinctif, dit plus loin : « On doit observer cependant que, » dans certaines circonstances (non définies par l'auteur), l'acide sulfu- » rique ne peut pas former de précipité dans la solution chlorhydrique de » l'oxyde *b* » (acide métastannique). Le chlorure métastannique que j'ai isolé répond à l'exception de H. Rose.

» Dans une prochaine Note, que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie, je décrirai la préparation et les propriétés d'un deuxième chlorure, correspondant à un autre acide métastannique, dont les solutions donnent le précipité par l'acide sulfurique indiqué par H. Rose, comme caractéristique des solutions du β-chlorure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'action d'une haute température sur les sulfures de cuivre, bismuth, argent, étain, nickel, cobalt.* Note de **M. A. Mourlot**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans de précédentes Notes, nous avons montré que sous l'action de la haute température que fournit le four électrique de M. Moissan les sulfures pouvaient cristalliser par fusion, ou volatilisation, ou être réduits.

» Nous présentons aujourd'hui le résultat de nos recherches sur les sulfures de cuivre, bismuth, argent, étain, nickel et cobalt.

» I. *Cuivre.* — Nous avons employé successivement le sous-sulfure Cu^2S obtenu par combinaison directe et le sulfure CuS précipité et séché avec soin dans le vide; ce dernier, soumis à l'action d'un courant de 900 ampères et 45 volts pendant cinq minutes, nous a donné un culot fondu de sous-sulfure Cu^2S :

Analyse.	Théorie.
79,60	79,79
20,35	20,20

» C'est sur ce sous-sulfure et sur celui obtenu par combinaison directe du soufre et du cuivre qu'ont porté nos autres expériences.

» Soumis au four électrique alimenté par un courant identique au premier pendant dix minutes, nous avons obtenu un culot présentant deux couches nettement distinctes : l'une de cuivre pur, sans carbone; l'autre de Cu^2S. Il n'existerait donc pas, dans ces conditions, de sulfure moins sulfuré.

	Analyses de Cu^2S.		Théorie.
Cu.............	79,85	79,50	79,79
S...............	20,10	20,40	20,20

» Une autre expérience a été également faite avec le sulfate de cuivre, qui a été ramené à l'état de cuivre pur.

» II. *Bismuth.* — Le sulfure de bismuth, précipité et séché, a été soumis à l'action d'un courant de 300 ampères et de 50 volts pendant une dizaine de minutes.

» Nous avons obtenu un culot qui, analysé, nous a fourni les chiffres suivants :

Bi......................	97	98,2
S........................	2,83	1,7

» Dans une deuxième expérience identique le soufre disparaît complètement :

Bi..................................	99,8

» III. *Argent.* — Le sulfure d'argent Ag^2S obtenu par précipitation a été chauffé pendant six minutes par un courant de 300 ampères et de 50 volts dans le four à tube. Au fond du tube nous obtenons une masse métallique blanchâtre renfermant 99,6 pour 100 d'argent et quelques centièmes de soufre; cette masse, soumise pendant cinq minutes à l'action d'un courant de 900 ampères et de 50 volts, s'est en grande partie volatilisée. Les quelques globules restant renferment encore des traces de soufre : la désulfuration complète du sulfure d'argent sous l'action seule de la chaleur est donc très difficile.

» IV. *Étain.* — Nous avons employé le protosulfure obtenu par précipitation directe ou provenant de la réduction du bisulfure et nous avons fait deux séries d'expériences.

» (α). Dans le four petit modèle alimenté par un courant de 45 ampères et 35 volts, le protosulfure prend un aspect nettement cristallin; la durée de la chauffe ne pouvant être inférieure à cinq minutes.

» (β). Dans le four grand modèle, alimenté par un courant de 900 ampères et de

50 volts, l'expérience a été faite en tube; d'abondantes vapeurs se sont dégagées pendant l'expérience qui dura quelques minutes.

» Le tube refroidi nous présentait l'aspect suivant :

» Dans le fond du tube on aperçoit un culot à aspect métallique, de structure cristalline.

» Sur les parois, incrustés dans le charbon, de petits globules que l'on peut détacher facilement.

» Ces divers produits sont constitués par du protosulfure.

			Théorie.
Sn	78,30	79,29	78,66
S	21,60	20,70	21,33

» Ce sulfure présente une stabilité remarquable.

» V. *Nickel.* — Le sulfure anhydre NiS a été obtenu par combinaison directe du nickel réduit et du soufre; après une chauffe d'une demi-heure dans le four petit modèle, il nous a donné le sous-sulfure Ni^2S.

» Nous obtenons également ce sous-sulfure en réduisant le sulfate anhydre par le charbon sous l'action d'un courant de 35 ampères et 35 volts; nous avons fait varier la durée de la chauffe entre dix minutes et quarante-cinq minutes; nous obtenons toujours Ni^2S.

		Théorie.
Ni	78,5	78,66
S	21,39	21,32

Signalé par Berthier [1].

Ce corps, non cristallisé, est jaune bronze. Ce sous-sulfure est soumis à l'action d'un courant de 900 ampères et 60 volts. Dans une première expérience, qui dura cinq minutes, la fonte obtenue présentait la composition :

Ni	90,01	90,30
S	4,23	4,30
Graphite	5,38	5,22
Carb. total	5,50	5,32

» Afin d'obtenir la désulfuration complète, nous avons soumis cette première fonte et pendant dix minutes à l'action du même courant. Nous obtenons une deuxième fonte renfermant encore des traces de soufre :

Nickel	93,80
Traces de soufre.	
Carbone total	5,95
Graphite	5,55

» VI. *Cobalt.*— Le protosulfure CoS a été obtenu en réduisant par le charbon, dans le four petit modèle, le sulfate anhydre de cobalt; la durée de la chauffe variant de dix minutes à vingt-cinq minutes, on obtient toujours CoS.

---

(1) MOISSAN et OUVRARD, *Le Nickel.*

» Ce protosulfure a été traité dans les mêmes conditions que Ni^2S; la fonte finalement obtenue présentait la composition suivante :

Cobalt	95,10
Soufre	0,013
Carbone total	4,70
Graphite	4,60

» En résumé, il résulte de nos expériences au moyen du four électrique :

» 1° Que l'on peut désulfurer complètement les sulfures de bismuth, de cuivre; la désulfuration du cuivre étant toutefois notablement plus difficile à obtenir que celle du bismuth;

» 2° Que le sulfure d'argent, soumis aux plus hautes températures, nous donne un produit volatil renfermant encore des traces de soufre;

» 3° Que le cobalt et le nickel donnent naissance à des sulfures relativement stables CoS et Ni^2S, lesquels produisent des fontes renfermant encore des traces de soufre, malgré la haute température à laquelle ils ont été portés;

» 4° Que le sulfure d'étain subit une volatilisation partielle et fournit un culot à texture cristalline de protosulfure; nous avons ainsi, avec les sulfures de zinc, cadmium, aluminium (¹), un nouvel exemple de sulfures stables à haute température (²). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons du gaz ammoniac et de la méthylamine avec les sels haloïdes du lithium*. Note de M. **J. Bonnefoi.**

« Je me suis proposé de reprendre l'étude de quelques phénomènes de dissociation des sels haloïdes ammoniacaux déjà étudiés par Isambert en 1868, 1878 et 1880, et par M. Joannis en 1891 et 1894.

» Un grand nombre de sels haloïdes ont été étudiés à ce point de vue, mais je n'ai trouvé aucune indication sur ceux du lithium, ni sur les composés fournis par la méthylamine avec ceux qui donnent des combinaisons ammoniacales.

» C'est cette lacune que je voudrais combler tout en cherchant à comparer l'ensemble des courbes des composés de cet ordre, au moyen des théories de Thermodynamique.

(¹) A. Mourlot, *Comptes rendus*, juillet 1896.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire des hautes études de l'École de Pharmacie.

» I. *Chlorures de lithium ammoniacaux.* — A — 18° le chlorure de lithium parfaitement pur et sec absorbe rapidement 4 molécules d'ammoniac. La courbe des tensions de dissociation que j'ai pu déterminer de — 12° à + 18° donne 760^{mm} à + 13°,3. A + 18° le chlorure de lithium absorbe seulement 3 molécules d'ammoniac et donne un autre corps $LiCl, 3AzH^3$ qui a des tensions de dissociation plus faibles (760^{mm} à + 57°,5).

» A + 63° c'est le composé $LiCl, 2AzH^3$ qui se forme et à + 85° $LiCl, AzH^3$.

» II. *Chaleur de formation de* $LiCl, 3AzH^3$ et de $LiCl, 2AzH^3$. — En dissolutions étendues, le chlorure de lithium est sans action sur l'ammoniaque. Les chlorures ammoniacaux du lithium sont donc entièrement dissociés par une quantité d'eau correspondant à 2^{lit} pour Li (soit 4^{lit} pour LiCl et 2^{lit} pour AzH^3). Je l'ai vérifié en ajoutant à LiCl (4^{lit}) successivement de 1 à 5 molécules de AzH^3 (2^{lit}). L'effet thermique est nul.

» $LiCl, 3AzH^2$ étant préparé (ainsi qu'Isambert le recommande pour les corps dont il a fait l'étude) en partant du composé supérieur $LiCl, 4AzH^3$, a donné, en se dissolvant dans 10^{lit} d'eau à + 15°, + $0^{Cal},37$. La dissolution de LiCl dégageant dans 4^{lit} (même température) + $8^{Cal},43$, on en conclut : LiCl sol. + $3AzH^3$ gaz dégage + $34^{Cal},46$, soit + $11^{Cal},48$, en moyenne, pour AzH^3.

» $LiCl, 2AzH^3$, dissous dans l'eau, a fourni + $2^{Cal},67$, et

$$\text{LiCl sol.} + 2\,AzH^3 \text{ gaz}$$

dégage + $23^{Cal},36$, soit $11^{Cal},68$, en moyenne, pour AzH^3.

» Il en résulte que, pour passer du corps $LiCl, 2AzH^3$ à $LiCl, 3AzH^3$, la troisième molécule d'ammoniac dégage, en se fixant,

$$+ 34^{Cal},46 - 23^{Cal},36,$$

soit + $11^{Cal},10$.

» Ces nombres, comparés à ceux d'Isambert (1878) montrent bien que la chaleur de fixation de AzH^3 est d'autant plus faible que le composé est plus dissociable, comme il l'a fait remarquer le premier et comme il était naturel de le penser.

» Appliquant à ce cas la formule de Clapeyron

$$x = \frac{T \times T_0}{T - T_0} \times \frac{10,333}{425 \times 0,765 \times 273} L \frac{p}{p_0},$$
$$T_0 = 43 + 273, \qquad p_0 = 320,$$
$$T = 50 + 273, \qquad p = 473,$$

j'obtiens, pour chaleur de fixation de AzH^3 : + $11^{Cal},27$.

» Pour

$$T_0 = 50 + 273, \qquad p_0 = 473,$$
$$T = 60 + 273, \qquad p = 790,$$

la chaleur de fixation de AzH^3 est : $+10^{Cal},92$. La moyenne est : $+11^{Cal},09$, ce qui concorde parfaitement avec le résultat thermochimique expérimental.

» III. *Chlorures de lithium et méthylamine.* — La méthylamine est aussi absorbée par le chlorure de lithium, et il en est très probablement de même des autres sels haloïdes qui absorbent AzH^3.

» J'ai obtenu, à 0°, un composé $LiCl, 4Az \begin{smallmatrix} / CH^3 \\ - H \\ \backslash H \end{smallmatrix}$; sa courbe de tension de dissociation marque 760^{mm} à $+30°$.

» IV. *Bromures de lithium ammoniacaux.* — Le bromure de lithium pur et anhydre absorbe le gaz ammoniac. A $-18°$, on a la combinaison $LiBr, 4AzH^3$, dont la tension de dissociation est de 760^{mm} à $+63°$.

» Je continue actuellement cette étude [1].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du tannin et de l'acide gallique sur quelques alcaloïdes.* Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« I. Dans ma Note du 8 mars dernier, j'ai examiné l'action du tannin sec et pulvérulent sur la nicotine pure et sur la nicotine en solution dans l'eau. J'ai abandonné à l'air les deux capsules, où j'avais fait l'expérience, du 5 mars au 3 avril; il ne s'est pas produit autre chose qu'une coloration rouge orangé.

» Ensuite, j'ai dissous de la nicotine dans de l'alcool à 98°; à la solution, j'ai ajouté du tannin sec : aucun précipité; dissolution partielle du tannin et production à la longue, après exposition à l'air, d'une coloration rouge orangé.

» Même expérience et même résultat négatif avec le tannin sec et une solution éthérée de nicotine.

» II. Si je dissous le tannin dans l'eau, cette solution *précipite immédiatement* la nicotine pure et anhydre; une solution alcoolique de tannin

---

(1) Institut de Chimie de l'Université de Montpellier.

précipite immédiatement une solution alcoolique de nicotine. Même résultat avec des solutions de tannin et de nicotine dans l'éther.

» III. J'ai répété avec l'acide gallique sec et pulvérulent l'expérience que j'avais faite avec le tannin.

» L'acide gallique, dans ces conditions, ne produit rien avec la nicotine pure. Introduit dans l'alcaloïde dissous dans un peu d'eau, il ne donne tout d'abord ni précipité ni coloration; toutefois, si l'on abandonne les capsules à l'air libre, il se produit une coloration rouge orangé foncé, *plus rapidement* que dans le cas du tannin.

» IV. Dans de la cicutine très pure et fraîchement rectifiée, ou dans de la cicutine dissoute dans l'eau, le tannin sec ne produit rien tout d'abord; l'acide gallique sec non plus. Mais avec les solutions aqueuses de l'alcaloïde, une coloration rouge foncé, ou rouge de sang, ne tarde pas à se développer. Le tannin dissous dans l'eau précipite instantanément la cicutine pure et anhydre; le tannin dissous dans l'alcool ou dans l'éther précipite la nicotine dissoute dans l'alcool ou dans l'éther.

» Il y a donc, à ce point de vue, des différences intéressantes à noter, entre la pyridine et la pipéridine d'une part, et entre la nicotine et la cicutine d'autre part.

» V. J'ai déterminé la limite de précipitation de la nicotine en me servant de deux solutions aqueuses de tannin :

Solution (A) : tannin = $1^{gr},434$; eau distillée = 19^{cc}.
Solution (B) : tannin = $0^{gr},0223$; eau distillée = 19^{cc}.

» J'introduis d'abord 1 dixième de centimètre cube de nicotine dans 150^{cc} d'eau distillée; à cette liqueur, j'ajoute 1, 2, 3, 4 et 5 dixièmes de centimètre cube de la solution (B). Il se produit une simple coloration jaune. J'ajoute alors 1 et 2 dixièmes de centimètre cube de nicotine : pas de précipité.

» J'additionne cette liqueur d'eau distillée par quantités de 150^{cc}, 100^{cc}, 50^{cc}, 40^{cc}, 30^{cc}, 20^{cc} et 10^{cc}; après chaque addition, j'essaie avec une goutte de la solution (A). Il m'a fallu ajouter en tout 1960^{cc} d'eau pour que la précipitation cessât d'être appréciable. Je ferai remarquer que la liqueur, après s'être colorée en jaune, est devenue peu à peu opalescente, puis légèrement fluorescente.

» VI. Pour déterminer la limite de précipitation de la cicutine, j'ai dû, à cause de la petite quantité d'alcaloïde pur à ma disposition, opérer avec 1 dixième de centimètre cube de cicutine, que j'ai dissous d'abord dans 50^{cc} d'eau pure. J'ai ensuite ajouté 125^{cc} d'eau distillée par fractions de 20^{cc} et 10^{cc}.

Essai avec une goutte de la solution (A). La limite pour la cicutine est de 175^{cc} d'eau ; l'expérience a été répétée une seconde fois, puis une troisième fois avec de l'eau distillée préalablement bouillie. Dans ce dernier cas, j'ai trouvé 180^{cc} d'eau pour la limite de précipitation. Dans les premières phases de l'expérience, la liqueur devient opalescente et acquiert une fluorescence blanc bleuâtre ; puis elle devient jaune, avec une fluorescence verte très prononcée qui se maintient douze heures environ (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation du carbure de sodium et de l'acétylène monosodé.* Note de M. CAMILLE MATIGNON.

« Dans ses études classiques sur l'acétylène, M. Berthelot (2) a reconnu que le sodium chauffé en présence de l'acétylène donnait naissance suivant les conditions de température à deux composés, l'acétylène monosodé C^2HNa et l'acétylène disodé ou carbure de sodium C^2Na^2.

» Récemment (3), M. de Forcrand a cherché à préparer C^2Na^2 pour en déterminer sa chaleur de formation ; le produit qu'il obtient est une matière noire constituée par un mélange de 62 pour 100 de carbure de sodium avec 37 pour 100 de charbon.

» Je me suis proposé de préparer ces corps à l'état pur, dans le but de faire l'essai de certaines réactions synthétiques ; leur préparation sous la forme d'une poudre blanche repose sur les faits suivants :

» 1° Entre sa température de fusion et celle de 190°, le sodium décompose l'acétylène avec formation d'acétylène monosodé

$$C^2H^2 + Na = C^2HNa + H.$$

» 2° Au-dessus de 210°, les deux atomes d'hydrogène sont tous deux substitués ; on obtient alors le carbure de sodium :

$$C^2H^2 + Na^2 = C^2Na^2 + H^2.$$

» 3° A partir de 210°-220°, l'acétylène monosodé se décompose en acé-

(1) Ces recherches ont été faites dans mon service, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 402.

(3) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1215.

tylène et carbure de sodium

$$2 C^2H Na = C^2H^2 + C^2Na^2.$$

» 4° Dans les mêmes conditions de température, le sodium transforme l'acétylène monosodé en acétylène disodé

$$C^2H Na + Na = C^2Na^2 + H.$$

» 5° Toutes les opérations précédentes peuvent être réalisées quantitativement ([1]); dans le cas des deux dernières réactions en particulier, l'acétylène monosodé pur et blanc, chauffé dans un courant d'hydrogène, fournit le carbure de sodium également pur et blanc, sans la moindre trace de charbon.

» 6° Ce n'est que par certains tours de main qu'il devient possible d'obtenir les résultats énoncés. Par exemple, on n'obtient jamais qu'une masse charbonneuse quand on fait passer l'acétylène, à température convenable, sur du sodium placé dans une nacelle. Il importe de renouveler constamment la surface du sodium libre dans l'atmosphère d'acétylène, non pas pour multiplier les points d'attaque, mais surtout pour les varier, dans le but de soustraire les parcelles formées à l'action de la chaleur dégagée par la continuation de la réaction dans leur voisinage; sans cette précaution, la chaleur décompose partiellement le produit, avec mise en liberté de charbon, au fur et à mesure de sa formation.

» Des remarques précédentes résulte le mode opératoire suivant :

» *Préparation de l'acétylène monosodé.* — Un courant d'acétylène, débarrassé de ses impuretés par un lavage dans des liqueurs acides et alcalines, puis desséché par son passage à travers une longue colonne d'anhydride phosphorique, se rend au centre d'un ballon renfermant le sodium. Le ballon est maintenu à la surface d'un bain d'huile dont on élève progressivement la température; dès que le sodium commence à fondre, on agite le ballon à la surface du bain, la réaction se produit alors régulièrement, quelles que soient la vitesse du courant gazeux et, par conséquent, la rapidité de l'attaque, pourvu que l'agitation soit suffisante. Quand le thermomètre atteint 180°, on maintient le bain à cette température pendant qu'on poursuit l'agitation. Le sodium se pulvérise peu à peu et la réaction est terminée quand la poudre est devenue blanche et bien homogène. Avec une bonne agitation, quelques heures suffisent pour la transformation intégrale du

---

([1]) Les détails analytiques seront donnés dans un Mémoire développé.

sodium. Quand on ne craint pas la présence d'un peu de sodium, il peut être avantageux d'arréter la réaction beaucoup plus tôt, car les dernières traces de métal disséminées dans la poudre d'acétylène sont beaucoup plus lentes à se transformer.

» *Préparation du carbure de sodium.* — Le dispositif employé est le même, mais la préparation est plus courte. On porte rapidement la température du bain à 220°, puis on maintient cette température entre 220°-230° : le carbure monosodé, qui a commencé à se former avant 200°, se décompose ensuite en présence du sodium

$$C^2HNa + Na = C^2Na^2 + H^2$$

ou sous l'influence seule de la chaleur

$$2C^2HNa = C^2H^2 + C^2Na^2;$$

le produit blanc final est constitué uniquement par le carbure de sodium

$$C^2Na^2.$$

» Il est facile de concevoir des appareils à agitation mécanique permettant de préparer de grandes quantités de ces produits.

» Je continue l'étude des propriétés de ces deux acétylènes [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations concernant la température de congélation du lait. Réponse à MM.* Bordas *et* Génin. Note de M. **J. Winter**, présentée par M. A. Gautier.

« Je désire présenter quelques observations au sujet de la dernière Note (8 mars 1897) de MM. Bordas et Génin, sur la cryoscopie du lait.

» 1. Les déterminations consignées dans cette Note, et obtenues avec les appareils et le concours de M. Ponsot, confirment mes résultats dans les limites mêmes que j'ai fixées. Mais une divergence toute secondaire distingue les expressions numériques de nos observations. La voici :

» J'ai trouvé 0°,55 comme moyenne constante de mes nombreuses déterminations très concordantes de congélation du lait. Beckmann, comme je l'ai signalé ailleurs, et Hamburger ont également trouvé 0°,55. Je pourrais en citer d'autres. MM. Bordas et Génin trouvent 0°,52, sensible-

---

[1] Institut de Chimie de Lille, Laboratoire de Chimie générale.

ment, toutes corrections faites. Cette divergence n'a évidemment pas l'intérêt qu'ils pensent. Elle est complètement en dehors de la discussion qu'ils ont soulevée et qui n'a porté que sur la *constance* du point cryoscopique du lait. L'écart maximum de leurs déterminations actuelles est de 0°,017. J'ai signalé la possibilité d'écarts maximum de 0°,020 à partir d'une base fixe. Ces variations sont évidemment de même ordre. Je considère mes observations comme exactes et n'ai aucune raison pour suspecter celles qu'ils viennent de fournir. Il ne sera pas difficile, dans la pratique courante, de fixer une fois pour toutes les indications de l'instrument dont on aura à se servir. N'a-t-on pas, d'ailleurs, signalé des divergences analogues de même ordre pour le point de congélation de solutions salines identiques, le chlorure de sodium notamment, pour lequel des observateurs différents ont trouvé des nombres variant de 0°,61 à 0°,585 comme température de congélation de la solution à 1 pour 100? Ces différences sont, à coup sûr, liées aux constantes thermométriques.

» 2. C'est à tort que MM. Bordas et Génin me prêtent la pensée de vouloir substituer la cryoscopie du lait à son analyse chimique. J'ai mis en relief l'intérêt qu'il y aurait à se servir d'une méthode d'*examen* aussi simple et donnant des indications aussi peu variables. On objectera, non sans raison, que l'addition de matières sucrées ou autres pourrait dissimuler le mouillage frauduleux. J'ai *fait allusion* à cette correction dans ma première Note en disant que l'indication cryoscopique *est difficile à tourner par la fraude*. Je vais compléter ma pensée en ajoutant que cette supposition perd presque toute sa valeur si l'on songe avec quelle précision il faudra opérer cette addition pour ne pas altérer un degré cryoscopique aussi étroitement endigué. Toute fraude mal faite, et ce sera toujours le cas de la pratique courante, sera nécessairement divulguée par le thermomètre, lequel, cela est clair, ne pourra pas donner plus. Mais, parmi les déterminations rapides actuellement usitées, je n'en vois pas d'autres qui puissent être mises en parallèle avec celle du cryoscope. C'est un point sur lequel j'aurai, d'ailleurs, l'occasion de revenir avec détails. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la non-identité des lipases d'origine différente.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. A. Gautier.

« J'ai déjà dit que la lipase que l'on trouve dans le sang ne me paraissait pas provenir du pancréas, me fondant sur ce fait que l'ablation de cette

glande ne modifie pas sensiblement la teneur du sang en ferment. Cette expérience ne suffit cependant pas à résoudre définitivement la question. En effet, il est difficile d'extirper complètement la glande, et les moindres fragments oubliés pourraient suffire à reproduire la lipase; en outre, la lipase peut persister pendant longtemps dans le sang, et sa variation inappréciable pendant la survie, toujours assez courte, des animaux opérés pourrait encore s'expliquer, même en admettant l'origine pancréatique de la lipase du sang. J'ai donc repris la question d'une façon différente, et je me propose de montrer, dans la présente Note, que la lipase du sang est différente de celle du pancréas.

» J'ai préparé deux solutions, l'une de sérum, l'autre de suc pancréatique de chien, telles que toutes deux neutralisent dans le même temps un même excès de carbonate de sodium en présence de monobutyrine. Si l'on admet que le ferment est le même dans le suc pancréatique et dans le sérum, on doit dire que ces deux solutions en renferment la même quantité. Ces solutions, exactement neutralisées, sont abandonnées pendant vingt minutes, puis on détermine les quantités d'acide butyrique formé; on constate alors qu'il y en a environ deux fois plus avec le sérum qu'avec le suc pancréatique. Voici donc un premier caractère qui différencie ces deux ferments : La sérolipase agit encore énergiquement en milieu acide, tandis que la pancréatolipase a son action très ralentie par l'acidité de la liqueur.

» Voici le détail de l'expérience :

	Suc pancréatique.	Sérum.
Activité en milieu alcalin (excès de $0^{gr},2$ de CO^3Na^2) par litre	23	22
Activité en milieu acide	9	16

» J'ai pu différencier encore ces deux ferments d'une autre façon : si l'on prépare une solution de suc pancréatique ayant la même activité que le sérum à la température de 15°, on constate que l'activité de ces solutions devient différente dès que la température change :

	Suc pancréatique.	Sérum.
A 15°	10	11
A 30°	10	15
A 42°	11	21

» Ici encore, les changements d'activité de ces deux solutions, à des températures variables, différencient ces deux ferments. Il est, du reste, inté-

ressant de constater que l'action de la pancréatolipase est presque indépendante de la température.

» Une dernière différence réside dans la stabilité de la sérolipase qui se conserve inaltérée pendant des mois, tandis que la lipase pancréatique se détruit au bout de quelques jours; mais ici on pourrait incriminer peut être les autres ferments du suc pancréatique dont l'action digestive peut détruire la lipase.

» J'ai comparé de même, au point de vue de l'identité de leurs lipases, le sérum de cheval et le sérum d'anguille. Ce dernier est d'une richesse considérable en lipase. Son activité représente environ cinq fois celle du sérum de cheval qui était lui-même de beaucoup le sérum le plus riche que j'aie rencontré. Or, en milieu alcalin ou par élévation de température, l'activité du sérum d'anguille augmente à peu près proportionnellement à celle du sérum du cheval :

	Anguille.	Cheval.
A 15°, milieu acide	37	22
A 15°, milieu alcalin (1gr, 5 CO^3Na^2 par litre)	116	74
A 30°, milieu acide	49	29

» Le sang d'anguille paraît donc renfermer la même lipase que le sang de cheval, mais en quantité beaucoup plus grande.

» Ayant constaté, dans les expériences précédentes, l'influence considérable exercée sur l'activité de la lipase par l'alcalinité plus ou moins grande de la liqueur, j'ai cherché à préciser cette action pour le sérum de cheval sur lequel ont porté mes premières recherches. J'opérais de la façon suivante : à des mélanges identiques de sérum (1cc), de monobutyrine et d'eau (10cc), j'ajoutais un excès variable de carbonate de soude (0gr,0 à 0gr,02), puis, au bout de vingt minutes, je déterminais la quantité de butyrine saponifiée, en saturant exactement l'excès d'alcali ou d'acide. Voici les chiffres obtenus dans l'une de ces expériences :

Excès de CO^3Na^2 (en milligrammes)	0	2	4	6	8	10	15	20
Activité de la lipase	22	33	40	44	46	52	74	86

» On voit combien l'activité de la lipase varie avec l'alcalinité, puisqu'elle est susceptible de devenir quatre fois plus forte par addition d'une quantité de carbonate de sodium, de 2gr par litre. Or, la lipase provoquant la désassimilation des graisses, son activité peut servir de mesure à cette désassimilation. J'ajouterai, d'autre part, que l'on rencontre dans le sang

un ferment solubilisant les albuminoïdes, et dont l'alcalinité augmente également l'activité. Les plus petites variations de l'alcalinité du sang doivent donc, en augmentant l'activité des ferments, faire varier les phénomènes de désassimilation que l'on peut envisager comme une digestion interne en milieu alcalin. On voit que l'administration des bicarbonates alcalins doit agir, non seulement dans le tube intestinal sur les ferments digestifs, mais aussi dans le sang sur les phénomènes de désassimilation. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur quelques propriétés du ferment de la casse des vins*. Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente ([1]), nous avons établi qu'un ferment oxydant ou *œnoxydase* est bien la cause de la *casse des vins* et que ce ferment a une action spécifique sur les phénols, comme certaines oxydases déjà signalées par MM. Bourquelot et Bertrand. C'est ainsi que les matières colorantes des vins rouges, corps à fonctions phénoliques, sont oxydées et insolubilisées. Mais d'autres substances telles que l'alcool, les éthers, les essences, qui constituent le bouquet du vin, sont également brûlées. Dans l'action sur le vin, l'œnoxydase détermine constamment un dégagement d'acide carbonique et l'on constate, après son action, une diminution de l'alcool et de l'acidité du vin, par suite de la combustion des tanins.

» Nous avons constaté que, si l'alcool fort altère ce ferment comme beaucoup d'autres, l'alcool étendu et le vin lui-même titrant 9° d'alcool constituent des milieux où le ferment reste inaltéré pendant de longs mois.

» De plus, il nous paraît démontré qu'en déterminant la combustion de certains éléments du vin, l'œnoxydase perd de son activité. Son action s'épuise comme pour la plupart des ferments solubles.

» Nous avons recherché, en outre, comment agissait l'acide sulfureux qui annihile, à faible dose, l'action de l'œnoxydase et est un remède souverain contre la casse. Agit-il en préservant la matière colorante de toute oxydation, comme une solution d'hydroquinone ou de diamidophénol est mise à l'abri de toute oxydation par une addition d'acide sulfureux ou de bisulfites alcalins? Ou bien cet agent a-t-il une action propre sur le ferment? Cette dernière hypothèse est seule admissible, comme le prouve l'expérience suivante :

([1]) *Comptes rendus*; février 1897.

» 500^{cc} d'un vin très sujet à la casse sont additionnés de 0^{gr},004 d'acide sulfureux. Nous précipitons par l'alcool fort en excès pour isoler le ferment. Le précipité lavé à l'alcool, recueilli sur un filtre et abandonné quelques heures à l'air, ne renferme aucune trace d'acide sulfureux libre. Reprenant par l'eau, nous constatons que la solution n'a aucune action sur la teinture de gayac. En recueillant du même vin le ferment oxydant sans addition d'acide sulfureux, en suivant la même méthode, on obtient un produit très actif.

» L'acide sulfureux détruit donc l'œnoxydase. D'ailleurs, après le traitement par l'acide sulfureux, un vin sujet à la casse peut subir un long courant d'air sans que réapparaisse cette disposition morbide. C'est là une nouvelle preuve du mode d'action de l'acide sulfureux dont le rôle n'est pas de protéger la matière colorante contre toute oxydation grâce à son pouvoir réducteur. Il agit directement sur le ferment.

» Cette action de l'acide sulfureux paraît d'autant plus spécifique vis-à-vis de l'œnoxydase que d'autres agents réducteurs comme le formol (aldéhyde formique), lesquels passent d'ailleurs pour antifermentescibles, n'ont aucune action.

» L'expérience a été faite de la façon suivante :

» 0^{gr},04 de formol ont été ajoutés à 1^{lit} d'un vin très sujet à la casse. Quarante-huit heures après ce vin, qui avait été laissé exposé à l'air dans un vase à précipité, était complètement *cassé*, c'est-à-dire était jaune café au lait avec une odeur de vin cuit (1). Le formol, à une dose où l'acide sulfureux est très actif, n'a eu aucune action sur l'œnoxydase. Cette expérience offre un intérêt d'autant plus grand que le formol se combine avec la matière colorante du vin comme avec les tanins d'ailleurs. Cet agent aurait pu, sans détruire le ferment oxydant, paralyser du moins son action sur la matière colorante avec laquelle il s'était combiné. Il n'en a rien été : la matière colorante a continué à jaunir et s'est précipitée.

» Un vin rouge, indemne de tout œnoxydase, donne, dans les mêmes conditions, avec le formol, un trouble par suite de la combinaison insoluble formée. Mais ce trouble est détruit par addition de cinq gouttes d'acide sulfurique concentré à 10^{cc} du vin formolisé. Le vin, qui a d'ailleurs conservé tout son bouquet, redevient brillant avec sa couleur primitive. Le vin cassé reste au contraire trouble, malgré l'addition d'acide sulfurique, et a pris l'odeur de vin cuit caractéristique.

« Poussant plus loin l'analyse du mode d'action du ferment, nous avons recherché si un violent courant d'air ou l'air ozonisé activait l'action de l'œnoxydase sur le vin. Il n'en est rien. L'action de ce ferment oxydant, dans des conditions de température déterminées, est fonction du temps. L'oxygène seul est progressivement utilisé et non l'ozone, qui n'a d'ailleurs aucune action paralysante ou destructive. »

---

(1) Tous les vins cassés n'ont pas cet aspect lié à la nature de la matière colorante.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau mode d'obtention du parfum des fleurs.* Note de M. JACQUES PASSY.

« Les fleurs sont traitées industriellement à Grasse par deux procédés bien distincts : la *macération* (rose, fleur d'oranger, etc.) consiste à plonger les fleurs dans la graisse fondue au bain-marie, puis à séparer mécaniquement la graisse parfumée du tourteau de fleurs. Le corps gras joue ici le rôle d'un dissolvant, doué de certaines qualités spéciales. L'*enfleurage* (jasmin, tubéreuse) consiste à étaler des fleurs sur des châssis couverts de graisse; ces châssis forment, par leur superposition, des espaces clos dans lesquels la fleur diffuse son parfum; à mesure que les fleurs se flétrissent, on les remplace par de nouvelles, et la graisse, qui joue ici le rôle d'un absorbant, finit par se charger très fortement. Cette diversité de procédés repose sur des remarques séculaires et qui, quoique inconscientes, sont constamment présentes à l'esprit des praticiens. On peut les formuler ainsi :

» Les fleurs se divisent en deux catégories : les premières, parmi lesquelles la rose et la fleur d'oranger, contiennent leur parfum tout formé, ou, tout au moins, une réserve notable de parfum. Ces fleurs peuvent être, et sont, en effet, traitées concurremment par trois procédés : la distillation, la macération dans la graisse à chaud, et l'extraction par les dissolvants volatils, éther, éther de pétrole, etc.; ces trois procédés donnent des résultats un peu différents, mais des résultats positifs, parce qu'il y a dans tous les cas du parfum à extraire.

» Les secondes, qui comprennent l'immense majorité des fleurs, ne contiennent pas de parfum tout formé, ou n'en contiennent qu'une quantité insignifiante; la fleur le produit et l'émet d'une manière continue.

» Ces fleurs sont traitées par l'enfleurage, parce que ce procédé respecte la vie de la fleur et se contente de recueillir et de mettre en réserve dans le corps gras le parfum résultant, à chaque instant, de l'activité vitale des cellules; la récolte de parfum n'est alors limitée que par la survie de la fleur.

» Ces remarques m'ont conduit à imaginer le procédé suivant : le problème consiste à respecter la vie de la fleur tout en recueillant au fur et à mesure le parfum formé; or, il est possible de trouver un milieu autre que l'air, presque aussi inoffensif pour la fleur, et se prêtant en même temps à la diffusion et à la récolte du parfum : c'est l'eau. Les fleurs y sont complètement immergées; à mesure que l'eau se charge de parfum, on la remplace par de nouvelle. On peut d'ailleurs prolonger la vie de la fleur, en

remplaçant l'eau pure par une solution saline de même pouvoir osmotique que les liquides aqueux imprégnant les tissus de la plante. Il suffit ensuite d'épuiser l'eau par l'éther pour isoler le parfum.

» J'ai essayé ce procédé avec succès sur un certain nombre de fleurs, dont l'odeur n'avait pas été obtenue jusqu'à présent, et notamment sur le muguet. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur l'embryogénie de l'archégone chez les Muscinées.* Note de M. **L.-A. Gayot.**

« Les recherches que nous avons faites sur l'embryogénie de l'archégone des Muscinées nous ont donné les conclusions suivantes :

» 1° L'archégone des Hépatiques se développe, non seulement par croissance intercalaire, mais encore par croissance terminale.

» 2° Chez les Mousses, cette croissance terminale contribue fortement à l'allongement de l'organe femelle; il n'y a donc pas seulement cinq ou six segments adventifs formés aux dépens de la cellule apicale.

» 3° La cellule terminale ne donne point de cellules de canal, pas plus chez les Mousses que chez les Hépatiques.

» 4° Les cellules de canal du col ont toutes la même origine; elles proviennent toujours d'une initiale détachée de la cellule mère de l'oosphère; il n'y en a point d'adventives qui seraient formées aux dépens de la cellule terminale.

» 5° Chez toutes les familles archaïques, Sphagnacées, Andréacées, Archidiacées, etc., on ne trouve point les deux cellules obliques alternes, qui, d'une manière générale, ont été signalées au-dessus de la cellule pédicelle.

» 6° L'archégone des Anthocerotées a un mode de développement très différent de celui de toutes les autres Muscinées.

» 7° Chez les Muscinées dioïques dont les touffes mâles sont souvent très éloignées des touffes femelles, la fécondation se fait, lors des périodes de sécheresse, par le concours des animaux.

» En outre de ces résultats généraux, nous avons trouvé un certain nombre de faits particuliers qui méritent aussi d'être signalés :

» 1° Les archégones des Sphérocarpées ont cinq rangées de cellules au col comme ceux des Jungermanniées; de plus, ils sont sessiles comme ceux des Ricciées; ce genre est donc intermédiaire aux deux familles que nous venons de citer.

» 2° La cellule pédicelle est peu développée chez les Targioniacées; sous ce rapport cette famille fait le passage des Ricciées aux Marchantiacées.

» 3° Les archégones des Targioniacées sont asymétriques comme ceux des Sphérocarpées et de beaucoup de Marchantiacées.

» 4° Le nombre des cellules de canal du col est de huit chez les Marchantiacées et non pas de quatre.

» 5° La cellule de canal du ventre peut être exceptionnellement fécondée chez les *Marchantia*.

» 6° Le col de l'archégone, chez les Jungermanniées à thalle, a aussi souvent six rangées de cellules que cinq.

» 7° Chez les Sphagnacées le ventre de l'archégone n'a pas toujours quatre épaisseurs de cellules.

» 8° Le col dans cette même famille n'a, le plus souvent, qu'une seule épaisseur de cellules, sauf à sa partie inférieure qui appartient physiologiquement au ventre.

» 9° L'archégone des *Anthoceros* est bien différencié; il possède quatre cellules de canal que l'on peut comparer à la cellule de canal des *Pteris* qui a quatre noyaux.

» 10° On peut obtenir isolément le développement de l'archégone en sporogone chez deux Mousses très anciennes, *Andrœa* et *Archidium*. Ce fait a une importance philosophique, parce qu'il est en quelque sorte une preuve que le sporogone des Mousses est bien l'homologue d'une fougère feuillée.

» Les recherches que nous venons d'exposer ayant été comparées à celles que l'on connaît sur le même sujet chez les Fougères, chez les Prêles et chez les Lycopodinées, nous conduisent à considérer comme tout à fait homologues les organes femelles des Muscinées et des Cryptogames vasculaires. On peut donc donner le nom d'*Archégoniates* à l'ensemble de ces plantes; le terme proposé depuis longtemps par de Bary n'a pas encore été adopté en France; il mérite de l'être. L'embranchement des Archégoniates se reliera aux Phanérogames par l'intermédiaire des Gymnospermes dont les corpuscules ou organes femelles ne sont pas autre chose que des archégones et dont les organes mâles sont de vrais anthérozoïdes, si l'on s'en rapporte aux récentes découvertes de MM. Irase et Ikeno. »

GÉOLOGIE. — *La loi de formation des vallées transversales des Alpes occidentales*. Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Les nombreuses monographies détaillées et la publication des Cartes géologiques à grande échelle ont montré qu'à côté du plissement principal des régions alpines, parallèle à la chaîne, un autre plissement était à considérer. M. Marcel Bertrand a, un des premiers, fait remarquer que cette deuxième série d'ondulations était perpendiculaire à la première, c'est-à-dire transversale à la chaîne. Ce plissement est ordinairement à plus grande courbure que le longitudinal. Ce fait établi, on peut se demander

quel a été le rôle de ces lieux de minima de l'axe des plis longitudinaux dans la formation des vallées transversales des Alpes.

» Il y a peu d'années encore, on considérait ces vallées comme étant dues à des cassures ou décrochements dans la chaîne. L'eau trouvant alors, suivant ces lignes, des points faibles en aurait profité pour établir ses cours. Cette théorie a dû être complètement abandonnée à la suite des travaux de Rutimeyer et de Heim. Ces deux auteurs, grâce à la présence des anciennes terrasses d'érosion sur les flancs des grandes vallées, ont montré que seule l'érosion avait pu les déterminer.

» Ce résultat, déjà bien remarquable, ne donne cependant pas l'explication de la *position géographique* des vallées transversales, problème dont la solution s'impose maintenant par la considération des plissements transversaux. En 1896 ([1]), j'ai fait remarquer que la vallée du Rhône, dans sa partie comprise entre Martigny et le lac Léman, devait coïncider avec un abaissement rapide des axes des plis. De nouvelles recherches sont venues confirmer le fait. Quelques plis montrent particulièrement bien ces remarquables accidents. Sur la rive droite de la vallée, le pli synclinal des rochers de Naie, par exemple, a sa charnière du jurassique à l'altitude de 1600^{m}, sous le sommet même. A 4^{km} du point culminant, dans la direction de la vallée, la charnière est tombée à 800^{m} d'altitude. L'axe s'abaisse donc suivant une pente de 20 pour 100. En face, sur la rive gauche, dans le Grammont, le même synclinal remonte avec un axe incliné sur l'horizontale suivant une pente de 66 pour 100.

» Cette inclinaison de l'axe des plis contre la vallée se dévoile du reste à la lecture des Cartes géologiques : les anticlinaux ne sont pas rompus plus profondément dans le bas des vallées que sur les arêtes, souvent ils le sont moins (anticlinal de Vouvry).

» Cette ondulation transversale s'accuse de moins en moins pour la *cluse* du Rhône d'aval en amont, au fur et à mesure que l'angle rentrant, que décrivent les plis, se fait de moins en moins sentir.

» J'ai poursuivi cette étude dans plusieurs vallées alpines. Les vallées suivantes montrent parfaitement un abaissement caractéristique de l'axe des plis sur leur emplacement : Aar, Sarine, Rhône, Drances de Savoie, Giffre, Arve, Borne, vallée morte du lac d'Annecy-Faverges, Chéran, vallée abandonnée de Chambéry. En outre, mon collègue M. Ritter est

---

([1]) *La région de la Brèche du Chablais*, p. 266.

arrivé, indépendamment de mes recherches, à démontrer l'existence d'un semblable phénomène pour les vallées de l'Isère, du Doron, etc., dans leurs parties en arrière de la première zone cristalline. M. Termier [1] a montré dernièrement que plusieurs grandes vallées du Pelvoux coïncidaient, sur une grande partie de leur parcours, avec des lieux de minima des axes. Les exceptions à cette règle sont rares, nous ne pouvons les étudier ici, mais les vallées que nous avons parcourues sont en nombre suffisant pour que nous puissions établir la loi suivante : *les vallées transversales des Alpes occidentales occupent l'emplacement d'un synclinal transversal au plissement normal des régions considérées.*

» Étant données leurs raisons géographique et tectonique, les grandes vallées transversales ont dû, dès l'origine des Alpes, être les collecteurs importants de l'eau de la chaîne qui trouvait, suivant ces lieux de minima, une dépression naturelle.

» La vallée du Chéran présente une exception remarquable qu'il importe d'analyser ici : dans sa partie alpine inférieure, elle traverse le chaînon du Semnoz sans que celui-ci présente un abaissement d'axe, alors qu'en amont les plis subissent des ondulations d'une grande puissance. Contrairement aussi à ce qui se présente dans la traversée des Bauges, le Chéran coupe le Semnoz par une gorge très profonde. Cette partie de la vallée a donc une tout autre origine. Elle est manifestement plus jeune que le reste; le Semnoz est, par conséquent, plissé *postérieurement* au plissement des Bauges; l'étude hydrographique apporte un point de plus en faveur de l'hypothèse de la naissance successive des plis alpins de l'intérieur vers l'extérieur. La coupure du Semnoz est le type d'une vallée alpine dont le creusement a marché de pair avec la surrection du pli. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la franklinisation sur la voix des chanteurs.* Note de MM. **A. Moutier** et **Granier**, présentée par M. d'Arsonval. (Extrait.)

« La franklinisation exerce une action particulière sur la voix chantée.

» Lorsqu'on soumet à la franklinisation des chanteurs n'étant atteints ni de lésion de l'appareil vocal, ni même d'affection générale, en les fai-

---

(1) *Sur la tectonique du massif du Pelvoux* (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. XXIV, p. 756).

sant asseoir sur un tabouret isolant, relié au pôle négatif d'une machine statique à grand débit et en leur faisant respirer les effluves que l'on dégage au niveau de leur visage à l'aide d'un balai de chiendent, on observe au bout de peu de temps, souvent dès la première séance, des modifications au point de vue de l'intensité, de la hauteur et du timbre de la voix.

» *Intensité.* — La voix est plus ample, le son est renforcé.

» La respiration est, en effet, modifiée : les inspirations sont plus profondes, plus puissantes, tandis que l'expiration se fait plus également et dure plus longtemps.

» L'appui est meilleur, plus solide.

» L'essoufflement que produisent la multiplicité et la rapidité des inspirations dans certains morceaux de chant est très diminué et devient presque nul.

» *Hauteur.* — La voix tend à s'étendre dans le registre aigu. C'est surtout dans ce registre que l'action se manifeste; le maniement en est plus souple, ce qui permet au chanteur de s'en servir et de s'y maintenir plus aisément.

» Il en résulte que les notes élevées sont plus faciles et plus puissantes.

» *Timbre.* — La voix plus claire acquiert une qualité toute spéciale : du *mordant*. Elle prend un timbre particulier que les artistes comparent à celui que l'on observe dans la période prémonitoire du coryza.

» Le passage, généralement si difficile, du registre ouvert au registre sombré est bien plus aisé.

» En résumé : chez les artistes qui ne sont atteints d'aucune affection pouvant avoir une influence sur le bon fonctionnement de leur appareil vocal, on observe, à la suite de la franklinisation, que la voix devient plus ample, plus claire, plus souple, qu'elle acquiert un timbre particulièrement agréable, qu'elle est plus facile et se fatigue moins vite.

» La franklinisation facilite l'étude du chant aux élèves et aux débutants; elle donne à la voix des artistes une beauté inusitée. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action des courants de haute fréquence sur la virulence du streptocoque.* Note de M. **Louis Dubois** (de Reims), présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai choisi comme germe pathogène le streptocoque, et comme animal le lapin, parce que les réactions sont des plus faciles à observer dans tous leurs détails.

» L'animal inoculé à l'oreille présente, après une incubation de quelques heures, une rougeur d'abord circonscrite, puis s'étendant rapidement aux

parties voisines; en même temps une fièvre vive s'allume, et, si le streptocoque était très virulent, l'animal succombe en peu d'heures.

» Pour soumettre les cultures au courant de haute fréquence, j'ai procédé ainsi.

» La culture, en sérum liquide, était contenue dans un petit sac en parchemin dont les coutures étaient soudées à la paraffine. Ce petit sac, de 6 à 8^{cm} de longueur sur 1^{cm} de large, était suspendu par un fil de soie fixé à chaque extrémité, dans un tube en verre en forme d'U très ouvert, et complètement rempli de sérum liquide. Chaque extrémité de ce tube était fermée par une rondelle de charbon de cornue lutée à la paraffine; à ces deux disques de charbon étaient fixés les fils conducteurs.

» Pendant le passage du courant, le tout était plongé dans un bac rempli d'eau, à la température de 20°, et maintenue à cette température. La bobine dont je me suis servi donnait 25^{cm} au trembleur d'Arsonval-Gaiffe. Le dispositif employé a été celui indiqué par MM. d'Arsonval et Charrin.

» Voici le résultat de quelques-unes de mes expériences :

» I. Culture non électrisée, ensemencée sur sérum, pousse vigoureusement; cinq heures après l'ensemencement, colonies innombrables.

» $0^{cc},01$ inoculé à l'oreille d'un lapin de 610^{gr}. Dix heures après, plaque érysipélateuse de 2^{cq} environ. Température 39°,8. Huit heures plus tard, érysipèle généralisé à l'oreille. T. 40°,2. Mort en trente-deux heures.

» II. La culture est électrisée (deux séance de vingt minutes en vingt-quatre heures).

» Ensemencement. Retard manifeste dans l'apparition des cultures, qui n'apparaissent bien visibles qu'après huit heures.

Lapin 730^{gr}. Inoculé à l'oreille avec $0^{cc},01$. Après seize heures, début de l'érysipèle qui, douze heures après, a envahi toute l'oreille. T. 39°,8. Le lendemain l'animal est trouvé mort.

» III. Après quatre séances d'électrisation :

» Lapin 660^{gr}. Inoculation de 1^{cc} (quantité cent fois plus forte que les premières). Après seize heures, petit placard de 1^{cq} environ. T. 39°,2. Huit heures plus tard, envahissement de la moitié de l'oreille. T. 38°,9. Quinze heures après, commencement de régression. T. 38°,2. Cinq jours après l'animal n'est pas mort, mais très faible.

» IV. Après huit séances d'électrisation :

» Lapin 820^{gr}.

» Inoculation de 2^{cc}. Réaction locale envahissant l'oreille en vingt heures, mais peu intense. T. 38°,7. Régression rapide et complète en trois

jours. L'animal se rétablit complètement, malgré la quantité énorme qui a été injectée.

» V. Il était intéressant de rechercher si l'effet du courant électrique consistait en une atténuation de virulence ou une formation d'antitoxines. J'ai alors injecté aux animaux des bouillons de culture, soumis au courant de haute fréquence, et débarrassés de leurs éléments microbiens, par chauffages à 50° répétés à trois jours d'intervalle ou par filtration sous pression; après trois à cinq jours d'inoculations préventives, j'ai inoculé à l'oreille $0^{cc},01$ de culture normale.

» Lapin 850^{gr}; quinze heures après l'inoculation, placard de 2^{cq}. T. 40°,1. Onze heures après, extension de la plaque érysipélateuse à toute l'oreille. Injection de 10^{cc} de culture électrisée et privée de ses germes. Continuation de la fièvre. Mort le troisième jour.

» L'effet immunisant et l'effet curatif ont donc été nuls. Les toxines avaient simplement subi une atténuation considérable.

» En présence de ces faits, il semble donc que l'on doive reconnaître, aux courants de d'Arsonval, une action énergique et perturbatrice, sur la vitalité et la virulence de streptocoque, et probablement aussi des autres microbes, comme MM. d'Arsonval et Charrin l'ont démontré pour la bacille de Löffler. Il ne paraît pas y avoir une formation appréciable d'antitoxines. »

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons X sur le cœur.* Note de MM. **Gaston Seguy** et **F. Quénisset**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons constaté simultanément que, si l'on reste soumis pendant *très longtemps* à l'action des rayons X, on éprouve du côté du cœur des troubles particuliers qui se font sentir par des palpitations insupportables et des battements très violents et très irréguliers. M. Gaston Seguy l'a constaté sur lui-même après de nombreuses expositions aux radiations nouvelles. M. F. Quénisset a fait ces observations sur une personne qu'il avait soumise pendant assez longtemps au traitement des rayons X pour y expérimenter leur action thérapeutique. Le malade a d'abord éprouvé une grande oppression du côté du cœur, puis des battements très violents et irréguliers qui devenaient absolument insupportables et dangereux lorsque les rayons X traversaient la poitrine. On fut obligé de placer une feuille métallique assez épaisse pour intercepter les radiations sur la partie éprouvée. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la forme actinomycosique du bacille de la tuberculose.* Note de MM. V. **Babès** et C. **Levaditi**, présentée par M. Bouchard.

« Dans une publication faite avec Cornil (Cornil et Babès, *Topographie du bacille de la tuberculose*, 1895), nous avons dessiné des ramifications du bacille de la tuberculose. En 1888, Nocard et Roux (*Annales de l'Institut Pasteur*), Maffuci et Metschnikoff (*Virchow's Archiv*, p. 63; 1888) décrivent aussi des formations curieuses ramifiées bourgeonnantes, ayant en partie l'aspect des crosses volumineuses dans les cultures de tuberculose aviaire.

» Fischel (*Morphologie und Biologie des Tuberculoseerregers*, Wien; 1893) et Coppen Jones (*Centralblat f. Bakter*, t. XVII, 1 u. 2; 1895), en invoquant l'analogie qui existe entre le lacis que forme le bacille de la tuberculose et le mycélium de l'actinomyces, émettent la supposition que le bacille de la tuberculose doit être rapproché de l'actinomyces.

» Nous nous permettons d'y ajouter que l'actinomycose rappelle souvent, surtout chez l'homme, certaines formes d'abcès froids ou des lésions osseuses tuberculeuses, et puis que l'actinomycose réagit à la tuberculine.

» Coppen Jones avait observé que dans les crachats tuberculeux, surtout lorsqu'il existe de grosses cavernes avec destruction putride des parois, les fibres élastiques sont surtout souvent entourées par des masses hyalines, constituant une zone de globes ou même des crosses piriformes à structure concentrique, et ressemblant à s'y méprendre aux crosses de l'actinomyces. Mais cet auteur n'a pas mis à profit les méthodes appropriées pour établir le rapport de ces crosses avec le bacille de la tuberculose; de plus, il n'a pas appliqué à ces formations curieuses les moyens de coloration de l'actinomyces, de sorte qu'il arrive à la conclusion qu'elles n'ont rien de commum avec le bacille. Par une sorte d'analogie, il est entraîné à refuser aussi aux crosses de l'actinomyces tout lien organique avec le mycèle, celles-là ne seraient tout simplement qu'un produit de sécrétion.

» En étudiant la structure fine des crosses de l'actinomyces, l'un de nous (*Virchow's Archiv*, t. CV; 1896) a démontré qu'elles apparaissent comme une sorte de capsule autour des bouts des ramifications. Ces extrémités terminales se présentant sous forme de bourgeons ou d'épaississements qui renferment les spores du microphyte, il devient très probable que la capsule représente un organe protecteur de la colonie, et spécialement des organes de reproduction de l'actinomyces.

» Dans l'étude détaillée sur les capsules des microbes, Babès (*Zeitschr. f. Hygiene;* 1895) fait encore voir que les masses capsulaires des microbes, et spécialement les crosses de l'actinomyces, présentent une certaine indépendance; qu'il peut se produire un excès de substance capsulaire, laquelle, après destruction du microbe par compression, peut former des bourgeons stériles ou même se détacher complètement du corps du microbe, constituant des masses rondes ou oblongues, formées exclusivement par la substance capsulaire. Cette dernière donne la réaction de la mucine ou bien, comme dans l'actynomices, elle est formée par une sorte de cellulose. Babès a établi que le mycèle de l'actinomyces se colore par le procédé de Gram, tandis que les crosses sont mieux mises en évidence par la safranine anilisée et traitement ultérieur par l'iode ioduré et alcool.

» En poursuivant nos recherches sur l'effet local du bacille de la tuberculose, sur différents tissus, nous avons pratiqué des injections de $0^{cc},1$ d'émulsion d'une culture de tuberculose humaine, peu virulente, dans les méninges et la substance cérébrale chez des lapins. Parfois ces injections, par les suites du traumatisme, causent la mort des animaux en deux ou trois jours; et, même au bout de deux jours, on peut constater que les bacilles forment des filaments ondulés et des paquets de filaments inclus à l'intérieur des leucocytes polynucléaires de la surface des méninges ou de complexus cellulaire résultant de l'agglutination de plusieurs leucocytes. Au milieu des foyers hémorrhagiques on trouve des paquets de microbes entourés d'une zone épaisse de leucocytes.

» Chez les animaux morts au bout de huit ou dix jours, les méninges présentent un épaississement nodulaire dû à une prolifération particulière des endothéliums; par leurs prolongements, ces éléments proliférés et hypertrophiés constituent un réseau dans les mailles duquel se trouvent emprisonnés des leucocytes mono et poly-nucléaires à noyaux fragmentés. Nos préparations, d'une part, confirment les constatations récentes de Cornil sur les modifications des cellules endothéliales dans les inflammations (*Arch. de méd. expér.;* 1897, n° 1), mais ils prouvent encore que ce réseau cellulaire est destiné à produire des bourgeons vasculaires sous forme de cellules géantes et des vaisseaux de nouvelle formation, à l'intérieur desquels se rencontrent maintenant les gros paquets de bacilles filamenteux, ramifiés et en train de prendre une disposition radiaire, entourés d'une zone de leucocytes à noyaux fragmentés et renfermant des bacilles.

» Les lapins, sacrifiés trente jours après l'infection, présentent un épaississement inégal, nodulaire, dur, gris jaunâtre des méninges de toute une

hémisphère. On y trouve la même structure fine que dans les méninges de dix jours.

» Nous nous bornerons, pour le moment, à signaler la modification particulière subie par les paquets de bacilles.

» Chaque paquet de $0^{\mu},04$ à $0^{\mu},08$ de diamètre présente un centre occupé par une substance colorée en rouge diffus par le procédé de Ehrlich; on peut toutefois y distinguer clairement un réseau de filaments ramifiés ayant l'aspect d'un mycèle de la grosseur du bacille de la tuberculose ou un peu plus épais et émettant des ramifications terminales granuleuses, un peu épaissies vers la périphérie. Ce mycèle central est entouré par une zone très régulière de crosses, souvent en rapport avec les ramifications terminales des bacilles, ne se colorant pas par le procédé de Ehrlich et ayant les dimensions des crosses de l'actinomyces.

» De même que dans l'actinomycose, on y rencontre des crosses et des gouttes hyalines de même nature, isolées entre les cellules du voisinage ou incluses à leur intérieur ; ces cellules renferment encore souvent des bacilles de tuberculose plus ou moins bien conservés.

» Si la culture pure qui a servi à l'infection des animaux, la coloration typique, d'après Ehrlich, des filaments du mycèle et des bacilles isolés, si enfin le développement du processus n'étaient pas là pour nous documenter sur la nature tuberculeuse de ces graines actinomycotiques, nous aurions pu penser à une infection combinée de l'actinomyces et de la tuberculose.

» Par les différents procédés recommandés pour la mise en évidence de l'actinomyces nous avons pu colorer les colonies radiées. La méthode de Babès, à la safranine-aniline-iode, permet une coloration isolée de l'actinomyces tuberculeux et des crosses, tandis que les tissus environnants restent incolores. Par le procédé de Gram on ne réussit de colorer que le réseau central et un certain nombre de bacilles de la surface des méninges, tandis que les crosses, de même que celle de l'actinomyces, ne se colorent qu'exceptionnellement. Les crosses résistent bien à l'action des acides et des alcalis et peuvent être mises en évidence par les procédés usuellement employés pour la coloration de l'actinomyces.

» Il faut donc placer le bacille de la tuberculose définitivement dans le même groupe que l'actinomyces. »

M. **Léon Malo**, à propos d'un procédé de dosage de l'asphalte par le sulfure de carbone, décrit par M. Stanislas Meunier dans une Note du

28 décembre 1896, rappelle que, dans son Ouvrage sur l'asphalte en 1888, il avait fait connaître ce procédé et qu'il en avait indiqué le principe dès 1879 dans les *Annales des Ponts et Chaussées*.

M. **Delauney** adresse une Note sur les étoiles et conclut de son travail que « les étoiles dont on connaît les distances paraissent se grouper autour de Sirius, à des distances observant les mêmes lois que les distances des planètes inférieures du système solaire ».

M. **Serge Socolow** adresse une Note sur les grandeurs des rayons des orbites planétaires.

M. **Lechappe** propose un perfectionnement pour la production de l'acétylène au moyen du carbure de calcium.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 mars 1897.

Le four électrique, par M. Henri Moissan, de l'Institut. Paris, G. Steinheil, 1897; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1897. N° 1. Janvier 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-4°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIII. 25 mars 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

L'éclairage à l'Acétylène : historique; fabrication; appareils; applications; dangers; par Georges Pellissier. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Manuel pratique et simplifié d'analyse des urines et autres sécrétions organiques, par E. Liotard, Membre de la Société chimique de Paris, etc. Paris, A. Maloine, 1897 ; 1 vol. in-12.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Neuvième série. Tome VIII. Toulouse, Douladoure-Privat, 1896 ; 1 vol. in-8°.

Bibliographie des travaux scientifiques (Sciences mathématiques, physiques et naturelles), *publiés par les Sociétés savantes de France*, dressée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique par J. Deniker, Bibliothécaire du Muséum d'Histoire naturelle. Tome I. 2e livraison. Paris, Imprimerie nationale, 1897 ; 1 vol. in-4°.

Le portrait original de d'Alembert. Notice par Armand Gasté, Président de la Société des Beaux-Arts. Caen, Ch. Valin, 1896 ; 1 broch. in-8°.

La Radiographie. Rédacteur en chef : Dr Paulin Méry. 1re année. Nos 1 et 2. Paris, Petit et Cie ; 2 broch. in-8°.

Observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei (Chine), fondé et dirigé par les Missionnaires de la Compagnie de Jésus. *Bulletin mensuel*. Tome XXI. Année 1895. Chang-Hai, 1897 ; 1 vol. in-4°.

Fennia. 12. *Bulletin de la Société de Géographie de Finlande*. Helsingfors, 1896; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 avril 1897.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Mars 1897. Paris, Chamerot et Renouard ; 1 vol. in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Avril 1897. Paris, Masson et Cie 1897 ; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. Mouchez et F. Tisserand. Publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. Poincaré, Président ; G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres, R. Radau. Tome XIV. Mars 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897 ; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées, Directeur : Louis Olivier. 30 mars 1897. Paris, G. Carré et C. Naud ; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Tome XIV. Mars 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. gr. in-8°.

Société des Ingénieurs civils de France, Congrès de 1896. Paris, Chaix, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. Séance du 30 mars 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur : HENRI DE PARVILLE. 3 avril 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. gr. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. Directeur : JOSEPH VINOT. Mai 1897. 1 fasc. gr. in-8°.

Description géologique de Java et Madoura, par le Dr R. D. M. VERBECK et R. FENNEINA, Ingénieur en chef des Mines des Indes Néerlandaises. Tomes I et II. Amsterdam, Joh. G. Stemler Cz., 1896; 2 vol. avec Atlas in-f°.

Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. 5e série. Tome VI. N° 2. Février 1897. Saint-Pétersbourg; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Tome CXXIV, Séance du 29 mars 1897.)

Note de MM. *E.-L. Bouvier* et *H. Fischer,* sur l'organisation et les affinités des Pleurotomaires :

Page 696, lignes 30 et 31, *au lieu de :* le connectif cérébro-palléal aboutit à l'extrémité de la partie pédieuse, *lisez :* le connectif cérébro-palléal aboutit à l'extrémité de la partie palléale, le connectif cérébro-pédieux à l'extrémité de la partie pédieuse.